DIE NATURWISSENSCHAFTEN

1. Jahrgang. 21. März 1913. Heft 12.

Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt.
Fünfundzwanzig Jahre ihrer Tätigkeit.

3. Elektrizität.

Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. W. Jaeger,
Mitglied der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Als vor nunmehr 25 Jahren die Physikalisch-Technische Reichsanstalt durch die tatkräftige Initiative des Bahnbrechers auf dem Gebiete der Elektrotechnik, *W. von Siemens*, ins Leben gerufen wurde, spielte die Elektrizität noch bei weitem nicht die große Rolle im wirtschaftlichen Leben und in der Industrie, welche ihr heute zukommt. Es ist daher nicht ganz leicht, sich in den damaligen Zustand zurückzuversetzen, wo viele der Hilfsmittel noch nicht vorhanden waren, welche jetzt in so mannigfacher Weise für die Erzeugung, die Verwertung und die Messung der Elektrizität zu Gebote stehen.

Die ersten großen Erfolge der Elektrotechnik lagen bekanntlich auf dem Gebiete der Telegraphie, mit dem der Name *Siemens* auf das glänzendste verknüpft ist; die für dieses Gebiet erforderlichen, zum Teil sehr empfindlichen Meßapparate für schwache Ströme hatten bereits eine ziemliche Vollkommenheit erlangt, doch fehlte es noch fast gänzlich an zuverlässigen Einheiten, welche den Messungen zugrunde gelegt werden konnten.

Die Verwendung starker Ströme dagegen hatte noch keine erhebliche Bedeutung gewonnen, obwohl die Dynamomaschine bereits auf ein Alter von etwa 20 Jahren zurückblicken konnte; kurz bevor die Reichsanstalt ins Leben gerufen wurde, ist die erste größere elektrische Zentrale in Deutschland errichtet worden (1884). Die erste von *Siemens* (1881) eingerichtete elektrische Bahn von Berlin nach Lichterfelde hatte kein langes Bestehen; erst bedeutend später ist man allgemein dazu übergegangen, die Straßenbahnen zu „elektrisieren", die dadurch als Abnehmer elektrischer Energie bedeutend ins Gewicht fallen. Eine Wechselstromtransformatoranlage entstand 1886 in Rom, doch hat erst die Frankfurter Ausstellung 1891 mit der Lauffener Kraftübertragung die große Bedeutung des Wechsel- bzw. Drehstroms und seine Leistungsfähigkeit in das rechte Licht gerückt. Von dieser Zeit an datiert ein gewaltiger Aufschwung in der Anwendung der Elektrizität auf vielen industriellen Gebieten, der an der Hand der seit 1894 in der Elektrotechnischen Zeitschrift geführten Statistik der Elektrizitätswerke zum Teil verfolgt werden kann.

Die internationale Bedeutung der Elektrizität tritt durch die Elektrikerkongresse von Chicago (1893), St. Louis (1904), London (1910) zutage.

Diese kurzen Angaben mögen genügen, um zu zeigen, wie eng naturgemäß die Entwicklung, welche das Gebiet der Elektrizität in der Reichsanstalt genommen hat, mit den Fortschritten der Elektrotechnik selbst zusammenhängt. Interessant ist beispielsweise auch die Tatsache, daß beim Bau der ersten Gebäude für die Reichsanstalt auf die Unterbringung von Akkumulatoren überhaupt keine Rücksicht genommen war; dieses heute so selbstverständliche und unentbehrliche Hilfsmittel in technischen Betrieben, wie in wissenschaftlichen Instituten stand damals gerade im Anfang seiner Ausbildung. Lange Zeit hat sich die Reichsanstalt den für ihren Bedarf erforderlichen elektrischen Strom selbst erzeugen müssen, bis sie durch die Errichtung der städtischen Zentrale in Charlottenburg dieser Mühe überhoben wurde.

Vergegenwärtigt man sich den Entwicklungsgang, welchen die Elektrizität in den fünfundzwanzig Jahren des Bestehens der Reichsanstalt genommen hat, so kann man ermessen, daß die Reichsanstalt keinen leichten Stand hatte, um den immer neuen Anforderungen gerecht zu werden.

Nicht nur wuchs ständig die Zahl der zu prüfenden Apparate und Instrumente usw., sondern auch der Meßumfang derselben erweiterte sich immer mehr. Die Größe der Stromstärke und der Spannung nahm immer mehr zu, und die Hilfsmittel mußten diesem ständigen Wachstum angepaßt werden. Dann galt es auch, die Zuverlässigkeit der zu den Messungen benutzten Apparate und Methoden zu prüfen und neue Methoden auszuarbeiten. Besonders auf dem Gebiete des Wechselstroms wurden dadurch umfangreiche Arbeiten nötig, ehe an laufende Prüfungen eingesandter Instrumente und Materialien gedacht werden konnte.

Da ferner die nie rastende Technik immer neue wichtige Gebiete erschließt, wofür die drahtlose Telegraphie und Telephonie, die Hochfrequenzmaschinen, die selbsttätigen Telephonämter Beispiele aus der jüngsten Zeit sind, so erweitert sich in gleichem Maße auch das Arbeitsgebiet der Elektrizität in der Reichsanstalt.

Die kurze Aufzählung gibt ein ungefähres Bild von der Arbeit, welche die Reichsanstalt auf elektrotechnischem Gebiete zu leisten hatte; auf die Einzelheiten wird später noch näher einzugehen sein; aber die technischen Fragen erforderten häufig auch eingehende wissenschaftliche Untersuchungen experimenteller und theoretischer Natur, auf Grund deren erst die Prüfungen und Eichungen vorgenommen werden konnten.

Ein großer Teil der auf elektrischem Gebiet von der Reichsanstalt ausgeführten Messungen basiert in letzter Linie auf den elektrischen Grundmaßen, welche durch reichsgesetzliche Bestimmungen festgelegt worden sind.

Daher sah sich die Reichsanstalt naturgemäß gleich zu Beginn ihrer Tätigkeit vor die Aufgabe gestellt, diese für ihre Messungen notwendigen Einheiten zu schaffen; auch an dem Gesetz für

elektrische Maßeinheiten selbst, welches i. J. 1898 erlassen worden ist, wie an den später von dem Bundesrat erlassenen Ausführungsbestimmungen zu dem Gesetz hat sie tätigen Anteil genommen.

Zunächst galt es, gemäß den Vereinbarungen der Pariser Kongresse im Anfang der 80er Jahre des vorigen Jahrhunderts, die Einheit für den elektrischen Widerstand, das Ohm, durch Herstellung von Quecksilberwiderständen nach dem Vorschlag von *Siemens* zu verwirklichen.

Die *Siemens*-Einheit war damals schon vielfach im Gebrauch und wurde durch die von der Firma *Siemens & Halske* in den Handel gebrachten Widerstandsrollen und -kästen verkörpert; diese Einheit wurde besonders in der Telegraphie benutzt. Die durch die Pariser Kongresse festgesetzte Einheit (das legale Ohm) war gleich 1,06 S.-E. und wurde später auf dem Kongreß von Chicago (1893) durch das sog. „Internationale Ohm" (gleich 1,063 S.-E.) ersetzt, das noch heute im Gebrauch ist.

Neben der Siemens-Einheit wurde damals vielfach die sog. „British Association Unit" (B. A. U.) benutzt, welche durch Widerstände aus Platinsilber, die sich in London befanden, verkörpert wurde. Doch zeigte sich diese Einheit als recht unzuverlässig, da sie starken zeitlichen Veränderungen ausgesetzt war, so daß viele sonst sehr sorgfältige Arbeiten der damaligen Zeit, welche auf diesem Grundmaße beruhen, leider sehr in ihrem Wert beeinträchtigt sind. Da die Quecksilbereinheit für den allgemeinen Gebrauch zu unbequem ist und bei nicht sachgemäßer Behandlung leicht zu erheblichen Fehlern Anlaß gibt, so machte sich das Fehlen bequemer, zuverlässiger Kopien der Widerstandseinheit in sehr fühlbarer Weise geltend. Auch die in den Handel gebrachten Quecksilberkopien konnten diesem Mangel nicht abhelfen. Das in den Widerstandskästen verwendete Neusilber erwies sich als inkonstant und zeigte ebenso wie das gleichfalls zu diesem Zweck benutzte Patentnickel eine starke Abhängigkeit des Widerstandes von der Temperatur, die in vielen Fällen recht störend war und erhebliche Korrektionen erforderlich machte.

Da war es in der Tat ein glückliches Zusammentreffen, daß es *Weston* in Newark gelang, eine Metallegierung aufzufinden, die eine sehr geringe Widerstandsänderung mit der Temperatur aufwies, und die, wie die eingehenden Untersuchungen der Reichsanstalt zeigten, sich in vorzüglicher Weise als Material für Widerstandsetalons eignete; hierdurch hat sich *Weston* ein großes Verdienst erworben. Doch waren erst noch verschiedene Fragen zu lösen, ehe die Widerstandsbüchsen in der jetzt bekannten Form allseitige Anwendung finden konnten. So mußte die beste Zusammensetzung der Legierung ermittelt, eine zuverlässige und für die Verwendung der Büchsen bequeme Form gefunden, sodann z. B. noch die sog. „künstliche Alterung" der Widerstände eingeführt werden, durch welche die zeitliche Änderung des Widerstandes auf ein Minimum reduziert wird. Die aus Kupfer, Nickel und Mangan (im Verhältnis 8 : 4 : 12) bestehende Legierung wird jetzt unter dem Namen „Manganin" in Deutschland hergestellt, und die Manganinwiderstände haben die deutsche Widerstandseinheit in die ganze Welt hinausgetragen, bis auch andere Länder allmählich angefangen haben, sich ihre Einheiten selbst herzustellen. Eine auf der Quecksilbereinheit beruhende Widerstandseinheit besitzt zurzeit außer Deutschland nur England.

Die Reichsanstalt kann jetzt auf eine zwanzigjährige Erfahrung mit Widerständen aus Manganin zurückblicken, das bis heute von keinem anderen Material übertroffen wird. Die Manganinwiderstände haben sich als außerordentlich konstant erwiesen und sind ein unentbehrliches Hilfsmittel in der ganzen elektrischen Meßtechnik geworden. Zur Messung sehr starker Ströme werden sie jetzt bis herab zu einem Hunderttausendstel der Einheit hergestellt, während die obere Grenze etwa 100 000 Ohm beträgt.

An die Quecksilbereinheit sind die zur Prüfung eingesandter Widerstände dienenden Manganinnormale der Reichsanstalt angeschlossen, an diese wieder die Normale der über das Reich verteilten Prüfämter (siehe den ersten Artikel), so daß die Einheitlichkeit der Messungen im ganzen Reich verbürgt wird. Regelmäßige Vergleichungen aller dieser Normale sind natürlich erforderlich, um die einmal erreichte Übereinstimmung dauernd festzuhalten. Aber auch international wird die Einheitlichkeit durch häufigere Vergleichungen der Normale der verschiedenen Länder aufrechterhalten, und zwar mit einer Genauigkeit von wenigen Hunderttausendsteln der Einheit.

Zur Ausführung elektrischer Messungen ist aber im allgemeinen außer der Widerstandseinheit noch ein zweites Grundmaß erforderlich. Als solches ist gesetzlich festgelegt die Stromeinheit, das Ampere, welches durch den im Silbervoltameter erzeugten Silberniederschlag definiert wird. Diese Einheit ist (in Übereinstimmung mit dem deutschen Gesetz) auf dem Londoner Kongreß (1908) international angenommen worden, während vorher bezüglich der elektrischen Einheiten eine nicht unerhebliche Diskrepanz zwischen den verschiedenen Ländern vorhanden war. Für den praktischen Gebrauch hat sich dagegen an Stelle der Stromeinheit die daraus abgeleitete Spannungseinheit in Form des Normalelements am brauchbarsten erwiesen. Nach langen Bemühungen ist diese Spannungseinheit auf ein ähnlich hohes Maß der Zuverlässigkeit gebracht worden, wie die Widerstandseinheit.

Zur Zeit der Gründung der Reichsanstalt waren Normalelemente noch kaum in Gebrauch; die mitunter benutzten Elemente vom Typus Zink-Kupfer (das Flemingsche Element oder auch das sogenannte „Hohe" Daniel-Element) waren vom heutigen Standpunkt aus nur traurige Notbehelfe, da sie durchaus inkonstant waren. Die bereits 1872 von *Clark* angegebenen und Mitte der 80er Jahre von Lord *Rayleigh* näher untersuchten Normalelemente (vom Typus Zink-Quecksilber) haben erst Anfang der 90er Jahre

durch die Untersuchungen der Reichsanstalt, welche auch eine für den Gebrauch und für den Versand geeignete Konstruktion derselben angegeben hat, allgemein Eingang gefunden. Später sind diese Elemente durch das Westonsche Normalelement (Typus Kadmium-Quecksilber), um dessen Untersuchung und Einführung sich die Reichsanstalt gleichfalls verdient gemacht hat, verdrängt worden. Das Westonsche Normalelement, welches sich durch eine sehr geringe Abhängigkeit seiner Spannung von der Temperatur auszeichnet, ist später auf dem Londoner Kongreß (1908) international als Spannungsnormal angenommen worden.

Es würde zu weit führen, an dieser Stelle auf die vielen Vorarbeiten (z. T. physikalisch-chemischer Natur) einzugehen, die nötig waren, bis auch mit dem Normalelement annähernd die gleiche Genauigkeit und Zuverlässigkeit erreicht werden konnte, wie mit den Normalwiderständen. In der letzten Zeit haben auch die auswärtigen Staatsinstitute regen Anteil an diesen Arbeiten genommen, und durch das Zusammenarbeiten der verschiedenen Länder ist nunmehr eine weitgehende internationale Übereinstimmung auf diesem Gebiet erreicht worden, während noch vor kurzer Zeit recht unangenehm sich fühlbar machende Differenzen vorhanden waren. Durch experimentelles Zusammenarbeiten von Vertretern aus den Staatsinstituten von Amerika, Deutschland, England und Frankreich im Frühjahr 1910 in Washington wurde der Wert des Westonschen Elements auf die gesetzliche, durch das Silbervoltameter repräsentierte Stromeinheit zurückgeführt und dieser Wert darauf allgemein angenommen. Hierdurch und durch den ständigen Verkehr der verschiedenen Staatsinstitute ist jetzt eine für alle Zwecke ausreichende internationale Übereinstimmung der elektrischen Grundmaße hergestellt. Daß hierzu auch eingehende Untersuchungen der Vorgänge im Silbervoltameter selbst nötig waren, soll nur erwähnt werden.

Das vollständige Fehlen dieser heute ganz unentbehrlichen und fast als selbstverständlich angesehenen Grundmaße für die elektrischen Messungen zur Zeit der Gründung der Reichsanstalt illustriert deutlich den großen seit dieser Zeit gemachten Fortschritt.

Wenn es auch in erster Linie darauf ankam, die vorstehend erwähnten, sogenannten „empirischen" Maße unveränderlich aufrechtzuerhalten, um die Einheitlichkeit der Messungen in Deutschland sowie in anderen Ländern gewährleisten zu können, so ist doch auch die andere Aufgabe, diese Einheiten in den theoretischen (sogenannten „absoluten") Grundmaßen auszuwerten, d. h. die Einheiten der Stromstärke, des Widerstandes usw. auf diejenigen der Länge, Masse und Zeit zurückzuführen, nicht vernachlässigt worden. Diese Zurückführung ist wichtig wegen der Beziehung der Elektrizität zu anderen Gebieten (Mechanik, Wärme usw.), und der hierbei nötigen Umrechnungen; ein Beispiel hierfür ist das für die Elektrotechnik so wichtige Kilowatt (= 1000 Voltampere) in seiner Beziehung zur Pferdestärke bei der Umsetzung mechanischer Energie in elektrische oder umgekehrt.

Für die Messungen mit Gleichstrom und die damit zusammenhängenden Prüfungen und Beglaubigungen sind die erwähnten elektrischen Grundmaße ausreichend. Aber es waren noch zahlreiche Untersuchungen nötig, welche die Ausarbeitung der Meßmethoden, die Konstruktion, Verbesserung und Verfeinerung wichtiger Hilfsapparate betrafen. Ein sehr wichtiger und für Eichungen und Messungen mannigfaltigster Art fast unentbehrlich gewordener Apparat, der in seiner ursprünglichen Form und mannigfachen Abänderungen und Verbesserungen derselben für bestimmte Zwecke aus der Reichsanstalt hervorging, ist der Kompensationsapparat (Kompensator). In Verbindung mit dem Normalelement bildet dieser Apparat die eigentliche Grundlage für sehr viele elektrische Messungen, indem nicht nur sämtliche Zeigerinstrumente für Gleichstrom (Amperemeter, Voltmeter usw.) mit diesem Apparat geeicht, sondern auch eine große Anzahl der für Wechselstrommessungen bestimmten Instrumente auf seine Angaben zurückgeführt werden. In erster Linie gilt dies für die direkt zeigenden Drehspulinstrumente, wie sie zuerst von *Weston* in Newark in brauchbarer Form auf den Markt gebracht wurden, und die heute eine so vielseitige Verwendung finden. Nebenbei sei bemerkt, daß diese Instrumente zur Zeit der Gründung der Reichsanstalt noch nicht vorhanden waren. Nur wer den früheren Zustand einigermaßen kennen gelernt hat, kann es voll würdigen, welch ein großer Fortschritt durch die Einführung derselben in die Meßtechnik erreicht worden ist. Doch würden sie sehr an Wert verlieren, wenn sie nicht jederzeit leicht auf die eigentlichen Grundmaße mittels des Kompensators zurückgeführt werden könnten.

Der Kompensator dient auch direkt zu Messungen des Widerstandes, der Spannung und der Stromstärke innerhalb großer Bereiche, zum Teil unter Zuhilfenahme von Widerstandsnormalen usw. Dadurch ist er auch zu Temperaturmessungen mittels Widerstandsthermometer oder Thermoelementen geeignet; eine besondere, in der Reichsanstalt ausgearbeitete Kompensationsmethode dient zur Eichung der für die Messung hoher Temperaturen so wichtigen Thermoelemente aus Platin-Platinrhodium.

Daß zur Verbesserung von Galvanometern (Kugelpanzer-, Drehspul-, Differentialgalvanometer), zur Vervollkommnung der Meßmethoden, Ausarbeitung besonderer Methoden (z. B. zur Eichung von Verbrennungskalorimetern auf elektrischem Wege) zahlreiche Untersuchungen ausgeführt wurden, mag nur kurz erwähnt werden.

Auf der bis jetzt behandelten Grundlage baut sich ein weites Feld der Prüftätigkeit der Reichsanstalt auf, wie ohne weiteres ersichtlich ist: die Prüfung von Einzelwiderständen, Widerstandssätzen, Kompensatoren, Normalelementen, Akkumulatoren, Trockenelementen, Leitfähigkeiten von Metallen, Zeigerapparaten, Zählern usw., soweit dabei Gleichstrommessungen in Frage kommen. Es können Stromstärken bis 10 000 Ampere und

Gleichstromspannungen von 10 000 Volt hergestellt werden; infolge der von der Reichsanstalt eingeführten „künstlichen Belastung" (getrennte Meßkreise für Strom und Spannung) ist es möglich, mit kleinem Energieaufwand Apparate zur Messung von Leistungen bis zu mehreren tausend Kilowatt zu prüfen. Der Wert dieser Prüftätigkeit der Reichsanstalt ist hoch anzuschlagen, da sie erst den geprüften Apparaten die zu den Messungen notwendige Einheitlichkeit gibt und den einzelnen der Mühe überhebt, sich um die Grundlagen seiner Messung, die doch von fundamentaler Bedeutung sind, zu kümmern.

Ein großes Arbeitsfeld der Reichsanstalt auf elektrischem Gebiet, das bis jetzt noch nicht berührt wurde, bildet die Tätigkeit auf dem Gebiet des Wechselstroms. Der Wechselstrom hat allmählich eine immer mehr zunehmende Bedeutung gewonnen und erst neuerdings noch durch die Entstehung der drahtlosen Telegraphie und Telephonie neue Aufgaben gezeitigt. Bei dem Wechselstrom sind noch eine Anzahl Faktoren in Rücksicht zu ziehen, welche bei dem Gleichstrom nicht in Betracht kommen; andere Meßmethoden greifen Platz und andere Apparate und Hilfsmittel sind zu benutzen. Ferner bedarf man noch anderer Einheiten, außer den beim Gleichstrom erwähnten, nämlich derjenigen für Induktivität (Henry) und für Kapazität (Farad). Auch theoretisch bietet der Wechselstrom mancherlei Schwierigkeiten, und viele Fragen harren noch der Lösung. Zunächst handelte es sich darum, die Bedürfnisse der Technik zu befriedigen, die sehr mannigfacher Art sind.

Das Gebiet der Elektrizität im allgemeinen und dasjenige des Wechselstroms im besonderen ist ein glänzendes Beispiel dafür, in welcher Weise sich Wissenschaft und Technik, Theorie und Praxis gegenseitig befruchten und fördern können in dem Sinne, wie es *W. von Siemens* stets angestrebt und in seinen Lebenserinnerungen so schön zum Ausdruck gebracht hat.

Eine wesentliche Bedeutung besitzt bei Wechselströmen die Form der Strom- bzw. Spannungskurve. Während für rein sinusförmige Ströme die theoretischen Betrachtungen im allgemeinen ziemlich einfach sind und die Vorgänge sich graphisch (durch Diagramme) oder analytisch verhältnismäßig leicht übersehen lassen, bereiten die in der Praxis meist vorkommenden, von der Sinusform vielfach erheblich abweichenden Stromkurven mancherlei Schwierigkeiten. Oftmals besitzen die Strom- und Spannungskurven eine sehr komplizierte Form und haben eine große Anzahl harmonischer Oberschwingungen. Die Angaben vieler Apparate hängen z. T. in erheblichem Maße von der Form der Strom- oder Spannungskurve ab, und man ist bestrebt, diese Abweichung auf ein Minimum zu reduzieren.

Zur Ermittlung der Kurvenform dienen besondere Vorrichtungen (Analysatoren, Oszillographen, bei sehr schnellen Schwingungen mittels des in der Reichsanstalt konstruierten Glimmlichtoszillographen und der Braunschen Röhre in besonderer Ausführung und Schaltung); in vielen Fällen genügt die Kenntnis des Charakters der Kurve, die durch den sogenannten „Formfaktor" gegeben ist.

Außer der Form der Kurve kommt noch die Periodenzahl des Stroms (oder Frequenz), d. h. die Anzahl seiner vollen Perioden in der Sekunde, in Betracht. Auch von dieser Größe hängt die Angabe vieler Wechselstrominstrumente mehr oder weniger ab. In der Starkstromtechnik ist die Frequenz 50 am verbreitetsten, geht aber für bestimmte Zwecke (z. B. Einphasenmotoren) noch weiter herunter (bis zu 15); in der Telephonie gelangt man zu Frequenzen bis 5000, in der drahtlosen Telegraphie bis zu einigen hunderttausend. Bei diesen sehr schnellen Schwingungen spielt die Bestimmung der Frequenz (bzw. Wellenlänge) eine bedeutende Rolle; die Eichung der zu diesem Zweck für die drahtlose Telegraphie konstruierten Wellenmesser bildet eine wichtige Aufgabe der Reichsanstalt.

Eine weitere wesentliche Rolle spielt beim Wechselstrom die induzierende Wirkung des schwingenden Stromes auf die von ihm durchflossenen Teile selbst und auf benachbarte Leiter. Die Wirkungsweise der Transformatoren beruht auf dieser Eigenschaft, ebenso die Koppelung der verschiedenen Systeme in der drahtlosen Telegraphie usw. Man nennt diese Eigenschaft die Induktivität und kann sie in besonderen Einheiten (Henry) zahlenmäßig angeben. Ebenso werden die Erscheinungen durch die Ladungsfähigkeit der Teile, die Kapazität (Einheit Farad) bedingt, deren Eigenschaft z. B. aus den Leydener Flaschen bekannt ist. So besitzen z. B. die überseeischen Kabel eine große, oft sehr unerwünschte Kapazität, die bekanntlich ein großes Hindernis für den telephonischen Verkehr bildet.

Induktivität und Kapazität bewirken im allgemeinen eine sogenannte „Phasenverschiebung" zwischen Strom und Spannung, durch die auch die Leistung des Stromes beeinflußt wird. Bei nicht sinusförmigen Strömen findet dabei gleichzeitig eine Veränderung der Kurvenform statt; diese „Verzerrung" ist besonders groß, wenn die Ströme auf Eisen einwirken.

Meist handelt es sich bei den Wechselstrommessungen um die Ermittlung der sogenannten „effektiven" Spannung und Stromstärke, durch welche z. B. die in einem Leiter entwickelte Stromwärme bedingt wird. Die elektrische Leistung (Mittelwert), welche mit dem Wattmeter direkt gemessen werden kann, ist nicht mehr, wie bei Gleichstrom, gleich Stromstärke mal Spannung (beide effektiv gemessen), sondern diese Größe ist noch mit dem sogenannten „Leistungsfaktor" zu multiplizieren, welcher bei sinusförmigem Strom gleich dem Cosinus des Phasenwinkels ist.

Die zur Strom- und Spannungsmessung bei Gleichstrom benutzten Instrumente (Nadel-, Drehspulgalvanometer usw.) sind bei Wechselstrom nicht mehr direkt anwendbar; man muß aber, soweit es sich nicht um relative Vergleichsmethoden handelt, die Messungen mit solchen Apparaten vornehmen, welche mit Gleichstrom geeicht wer-

den können (Elektrometer, Dynamometer, kalorische Instrumente).

Zur direkten Messung der effektiven Spannung (und der Leistung) kann das Elektrometer (eventuell mit Spannungsteiler bis 12 000 Volt) benutzt werden, ein für die Wechselstrommessungen besonders wichtiges Instrument, welches für diese Messungen eine ähnliche Rolle spielt, wie der Kompensator für die Gleichstrommessungen. Die bei diesem Instrument früher auftretenden Fehlerquellen, welche den Gebrauch desselben sehr einschränkten, sind durch eingehende theoretische und experimentelle Untersuchungen in der Reichsanstalt aufgeklärt und beseitigt worden; auf Grund dieser Arbeiten wurden auch neue Instrumente konstruiert.

Eine direkte Messung der effektiven Stromstärke (bzw. der Leistung) wird ermöglicht durch das Dynamometer, nach dessen Prinzip auch eine große Zahl von Amperemetern (bzw. Voltmetern), Wattmetern usw. gebaut sind. Diese Apparate lassen sich mit Gleichstrom eichen; doch sind besondere Untersuchungen über die Abhängigkeit ihrer Angaben von Phase, Frequenz, Kurvenform usw. notwendig.

Die kalorischen Instrumente (Hitzdrahtinstrumente) messen wie das Dynamometer die effektive Stromstärke, sind aber weniger genau. Dabei kann die durch den Strom in dem Draht erzeugte Wärme in sehr verschiedener Weise zur Messung benutzt werden (durch die Ausdehnung des Drahtes, kalorimetrisch, mit dem Luftthermometer, bolometrisch usw.). In Verbindung mit Thermoelementen, deren Spannung dann mit Gleichstromapparaten gemessen werden kann, haben diese Instrumente neuerdings eine besondere Bedeutung erlangt. Sie sind in dieser Form von der Reichsanstalt ausgebildet worden und haben besonders durch Einschluß der Thermoelemente in ein Vakuum eine größere Empfindlichkeit erreicht. Verschiedene Fehlerquellen, welche diesen Apparaten noch anhafteten, konnten wenigstens zum größten Teil aufgeklärt und beseitigt werden. Diese Instrumente gestatten in bequemer Weise die direkte Messung sehr schwacher Wechselströme unter Verwendung von Zeigerapparaten. Auch die Messung der Stromstärke auf optischem Wege (mittels des „optischen Pyrometers"), gleichfalls eine Methode der Reichsanstalt, ist hier zu erwähnen.

Auf die zur Vergleichung von Widerständen, Kapazitäten und Induktivitäten benutzten Apparate (akustisches und optisches Telephon, Vibrationsgalvanometer usw.) und die entsprechenden Methoden kann hier nicht weiter eingegangen werden. Alle diese Apparate, Methoden und die zur Ausführung derselben dienenden Hilfsmittel haben in der Reichsanstalt zum Teil erhebliche Verbesserungen erfahren.

Die zu den Wechselstrommessungen erforderlichen Normalien mußten erst noch geschaffen werden, wozu teilweise langwierige Arbeiten erforderlich waren. Die bei Gleichstrom benutzten Widerstände sind bei Wechselstrom, besonders für große Frequenzen, nicht mehr ohne weiteres anwendbar, weil durch die Kapazität und Induktivität dieser Normale ihr scheinbarer Widerstand bei Wechselstrom im allgemeinen verändert wird. Auch wird bei sehr großen Frequenzen der Drahtquerschnitt nicht mehr gleichmäßig vom Strom ausgefüllt (sogenannter Skineffekt). Allen diesen Umständen ist bei Widerstandsnormalen für Wechselstrom Rechnung zu tragen, was man nach Möglichkeit durch besondere Art der Konstruktion zu erreichen sucht.

Die bei Wechselstrommessungen so wichtigen Größen der Kapazität und Induktivität erforderten gleichfalls besondere Normale (Normalkondensatoren und Selbstinduktionsnormale). Die Reichsanstalt hat zu diesem Zweck Luftkondensatoren und Selbstinduktionsrollen verschiedener Konstruktion und Größe hergestellt und auf das sorgfältigste ausgemessen, sowie die hierzu erforderlichen Methoden näher untersucht und ausgebildet. Auch die Vervollkommnung der zu diesen Messungen erforderlichen Hilfsmittel, wie z. B. die Erzeugung von Strömen gleichbleibender Frequenz und von reiner Sinusform, die Messung sehr kleiner Selbstinduktionen und solche mit hoher Frequenz gehören hierher.

Auf Grundlage der vorstehend skizzierten Hilfsmittel ermöglichte sich erst die Prüfung der zahlreichen zur Messung von Wechselströmen eingesandten Instrumente und Apparate (Weicheisen- und *Ferraris*-Instrumente, Frequenz-, Phasenmesser, Kondensatoren, Induktionsrollen usw.), wobei für eine große Anzahl von Instrumenten die Angaben in letzter Linie auf die mit Gleichstrom geeichten Normalinstrumente zurückgeführt werden können.

Ein großes Feld der Prüftätigkeit wird gebildet durch die für den wirtschaftlichen Verkehr so wichtigen Elektrizitätszähler. Für die Fehlergrenzen dieser Zähler sind im Zusammenwirken mit der Reichsanstalt und industriellen Kreisen vom Bundesrat besondere Bestimmungen erlassen worden und noch jetzt finden häufigere Beratungen mit den in Betracht kommenden Kreisen (Zählerkommission) statt. Die zur Beglaubigung zugelassenen Zähler müssen vorher einer Systemprüfung unterzogen werden, und über die zugelassenen Zähler erfolgt eine amtliche Mitteilung. Die Untersuchung der in ihrer Konstruktion und im Prinzip so verschiedenen Zähler hat zahlreiche theoretische und experimentelle Arbeiten veranlaßt, welche die in den Zählern auftretenden, teilweise recht komplizierten Vorgänge betreffen. Die zur Zählerprüfung notwendigen Hilfsmittel haben gleichfalls vielfache Verbesserungen erfahren.

Neuerdings haben die Meßtransformatoren (Strom- und Spannungswandler) erhöhte Bedeutung gewonnen, bei denen zum Zweck der Messung das Übersetzungsverhältnis zwischen Primär- und Sekundärspule, der Phasenverschiebungsfehler, die Abhängigkeit von Frequenz, Kurvenform und Belastung bestimmt werden muß. Das bisher in der Reichsanstalt untersuchte Meßbereich (bis 12 000 Volt und 2000 Ampere) genügt aber für die An-

sprüche der Praxis noch nicht. Auch für diese Apparate sollen Bestimmungen über die Beglaubigungsfähigkeit im Verein mit dem Verband deutscher Elektrotechniker ausgearbeitet werden.

Um die erwähnte Prüfung mit ausreichender Präzision ausführen zu können, sind sehr konstant laufende Dynamomaschinen nötig, welche zu diesem Zweck mit von Akkumulatoren gespeisten Gleichstrommotoren gekuppelt sind. Besondere Erwähnung verdienen noch die von der Reichsanstalt angegebenen Doppelmaschinen (für Strom und Spannung), bei denen durch gegenseitige Verstellung der Statoren eine künstliche Phasenverschiebung zwischen der Spannung und dem Strom, welche zur Messung der Leistung benutzt werden, hervorgebracht werden kann, so daß die beim Gebrauch der Apparate auftretenden Bedingungen bei der Prüfung eingehalten werden können.

Auch auf Kabel, Maschinen und Anlagen beziehen sich die theoretischen und experimentellen Untersuchungen. Die Prüfung der Maschinen geschieht häufig an Ort und Stelle. Die Untersuchung der Wirbelstrombremse, der elektromagnetischen Schienenbremse, der Streuung in Maschinen und Transformatoren, der Wirbelströme in Kabelumhüllungen, der Schlüpfung von Asynchronmotoren (mittelst Kapillarwellen), der Ventil-Gleichrichter und anderes mehr ist hier zu erwähnen.

Von großer Bedeutung für die Technik (Fabrikation von Maschinen, Transformatoren, Kabeln usw.), aber auch von wissenschaftlichem Interesse ist ferner die Untersuchung der Materialien auf Leit- und Isolierfähigkeit (Preßspan, Papiere, Ausgußmassen, künstliche Isoliermaterialien, Hochspannungsisolatoren bis 20 000 Volt, Transformatoröle, Leitungs- und Widerstandsmaterialien, elektrolytische Leitfähigkeit von Salzlösungen usw.), vor allem aber die Untersuchung von Eisen und Stahl auf seine magnetischen Eigenschaften. Wenn es bei den letzteren Messungen auch nicht auf große Genauigkeit ankommt, da die verschiedenen Proben erhebliche individuelle Unterschiede zeigen, so war es doch erforderlich, die vielen Fehlerquellen, durch welche die magnetischen Untersuchungen sehr erheblich gefälscht werden können, näher zu untersuchen; ferner handelte es sich um bedeutungsvolle systematische Untersuchungen, um die günstigen Eigenschaften des Eisens und Stahls für bestimmte Zwecke zu steigern und Übelstände zu beseitigen.

Die ersten Untersuchungen bezogen sich auf den zeitlichen Verlauf der magnetischen Induktion im Eisen, besonders auch für schwache Anfangswerte der Magnetisierung mittels des Helmholtzschen Fallpendels, auf die Verteilung der magnetischen Induktion in Zylindern und die Bestimmung der günstigsten Temperatur für die Härtung von Stahlmagneten.

Neuerdings hat sich das Hauptinteresse den Eigenschaften der Dynamo- und Transformatorenbleche zugewandt mit dem Bestreben, die in diesem Material bei Wechselstrom auftretenden Energieverluste (den sogenannten Hysteresisverlust, der durch die abwechselnde Ummagnetisierung des Eisens bedingt wird und den Wirbelstromverlust, hervorgerufen durch die in dem Eisen induzierten Wirbelströme) auf ein Minimum zu reduzieren und gleichzeitig die Magnetisierbarkeit des Eisens (Permeabilität) möglichst zu erhöhen. In dieser Beziehung erscheint das von *Barett, Brown* und *Hadfield* untersuchte siliziumlegierte Eisen, auf dessen Verwendung für den oben erwähnten Zweck die Reichsanstalt zuerst aufmerksam machte, von erheblicher Wichtigkeit zu werden, weil dasselbe bei guter Magnetisierbarkeit eine verhältnismäßig kleine Leitfähigkeit besitzt, so daß die Wirbelströme abgeschwächt werden. Das „legierte" Blech hat daher trotz des viel höheren Preises das gewöhnliche Material im Transformatorenbau fast völlig verdrängt. Diese Untersuchungen bilden einen Teil der allgemeineren über den Zusammenhang zwischen der chemischen Zusammensetzung und thermischen Behandlung des Materials mit seinen magnetischen Eigenschaften, eine Aufgabe, bei welcher die Reichsanstalt die Unterstützung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, zahlreicher Industrieller und, für die mikrographischen Untersuchungen, auch die Mithilfe der Herren Geheimrat *Wüst* und Prof. *Goerens* in Aachen genießt.

Für die Untersuchung der magnetischen Eigenschaften (außer der Permeabilität, besonders Anfangs- und Maximalpermeabilität, kommen noch Remanenz, Koerzitivkraft und Sättigungswerte in Betracht) ist es von Wichtigkeit, bequeme und zuverlässige Methoden anzuwenden, zwei Bedingungen, die sich auf diesem Gebiet für gewöhnlich ausschließen. Eine Hauptschwierigkeit bei den magnetischen Messungen entsteht dadurch, daß das magnetisch gewordene Material (z. B. in Stabform) den Magnetismus des ursprünglichen Feldes durch die sogenannte Entmagnetisierung schwächt, welche durch die magnetische Belegung der Oberfläche hervorgerufen wird. Diese Entmagnetisierung ist der Rechnung nur zugänglich beim Ellipsoid, bei dem auch allein eine gleichmäßige Magnetisierung vorhanden ist. Das Ellipsoid in Verbindung mit dem Magnetometer liefert zwar einwandfreie Werte für die Magnetisierungskurve, doch ist es recht unbequem und häufig nicht möglich, aus dem zu untersuchenden Material zum Zweck der Messung Ellipsoide herzustellen. Die Anwendung des Magnetometers ist zudem bei dem durch die Straßenbahnen stark gestörten Erdfelde nur möglich durch die Benutzung des in der Reichsanstalt konstruierten, in der Anwendung komplizierteren, astatischen Magnetometers.

Gleichfalls einwandfreie Resultate liefert die Ringmethode. Beim völlig geschlossenen Eisenring fällt die Entmagnetisierung durch die Enden fort; die Messung der magnetischen Induktion muß durch eine ballistische Methode erfolgen; aber es leuchtet ein, daß die für jeden Fall notwendige Herstellung und Bewicklung eines Proberings umständlich und zeitraubend ist. Man hilft sich dann durch der Ringform nahe kommende Vorrichtungen (Joch-

methode, Isthmusmethode, Köpselscher Apparat, magnetische Wage von *du Bois*, Epsteinscher Apparat usw.), bei denen das Material in Stab- oder Streifenform zur Untersuchung gelangt. Aber bei allen diesen Instrumenten findet infolge der vorhandenen Luftschlitze Streuung der magnetischen Kraftlinien statt und man muß die Angaben der Apparate mittels anderweitig untersuchter Normalstäbe oder in anderer Weise auf absolute Werte zurückführen (Scherung). Kürzlich ist in der Reichsanstalt ein neuer Apparat („Magnetischer Spannungsmesser") angegeben worden, der die erwähnten Schwierigkeiten überwindet, die magnetischen Messungen in vielen Fällen vereinfacht und auf eine sichere Basis stellt. Er mißt eine Größe auf magnetischem Gebiet, die der elektrischen Spannung auf elektrischem Gebiet entspricht. Die Energieverluste im Eisen können auch direkt mittels Wechselstroms wattmetrisch gemessen werden, wobei durch Benutzung verschiedener Frequenzen Hysterese- und Wirbelstromverlust getrennt werden kann.

Alle diese Methoden sind eingehend untersucht worden und finden je nach dem Meßzweck zur Untersuchung von gehärtetem Stahl, Gußstahl, Gußeisen, Walzeisen, Nickelstahl, Dynamoblech usw. Anwendung.

Von unmagnetischen Materialien hat besonders der 25prozentige Nickelstahl zur Herstellung von Panzerplatten für Kriegsschiffe (wegen der Beeinflussung des Kompasses durch den Magnetismus des Eisens) hohe Bedeutung.

Neuerdings hat die Untersuchung der Permeabilität von dünnen Eisenblechen bei Wechselstrom für die bei der drahtlosen Telegraphie benutzten Hochfrequenzmaschinen große Wichtigkeit erlangt, wofür gleichfalls in der Reichsanstalt die exakten Methoden ausgearbeitet worden sind.

Für die drahtlose Telegraphie, die noch jungen Datums ist, kommt zurzeit hauptsächlich die Herstellung einer Wellenlängenskala zur Eichung der eingesandten Wellenmesser in Betracht; zur Analyse der schnellen Schwingungen wird der bereits erwähnte Glimmlichtoszillograph und die Braunsche Röhre benutzt. Die Errichtung von Antennen auf den Gebäuden der Reichsanstalt wird es ermöglichen, die Messungen nicht nur auf Laboratoriumsversuche zu beschränken, sondern auch die Erscheinungen bei der Ausstrahlung, Fortpflanzung und dem Empfang der Wellen zu untersuchen.

An den internationalen Elektrikerkongressen (Chicago, St. Louis, London usw.) sowie an den Arbeiten des Verbandes Deutscher Elektrotechniker und des Berliner Elektrotechnischen Vereins (z. B. Kommision für Isolationsmaterialien, Strom- und Spannungswandler, Prüfvorschriften usw.) hat die Reichsanstalt lebhaften Anteil genommen.

Dem stetigen Wachstum der elektrischen und magnetischen Messungen ist dadurch Rechnung getragen worden, daß ein neues großes Gebäude für diese Zwecke erbaut worden ist.

Über Stereo-Photogrammetrie.

Von Dr. C. Pulfrich, Jena.

(Autoreferat über einen am 6. November 1912 auf dem Jenaer Photo-Kursus des Zeiß-Werkes gehaltenen Vortrag.)

Die älteste Art der Bildmeßkunst gründet sich ausschließlich auf die Gesetze der Perspektive, und es ist ein Prüfstein für die Güte der Bilder älterer Meister (z. B. Dürer), daß man nach einem solchen Gemälde Grundriß und Aufriß der in ihm dargestellten Gegenstände unter bestimmten Voraussetzungen rekonstruieren kann. Mit dem Auftreten der Photographie um die Mitte des vorigen Jahrhunderts beginnt die sogenannte Photogrammetrie, ein Verfahren, welches ermöglicht, aus zwei Photographien durch Strahlenziehen oder Rechnung den Grundriß des aufgenommenen Gegenstandes zu konstruieren. Um einen möglichst sicheren Schnitt zu erzielen, werden die Standorte für die Aufnahmen so weit auseinander gerückt, daß die horizontalen Achsen der beiden Kameras nahezu senkrecht zueinander stehen, und es war die Regel, daß man unter 30° Konvergenzwinkel nicht herabgehen darf. Das Verfahren hat nur in vereinzelten Fällen praktische Verwendung gefunden. Vor einigen Jahren hat in Österreich ein Fachmann gesagt, daß über die Photogrammetrie in den letzten 50 Jahren mehr geschrieben worden sei, als Pläne nach ihr ausgeführt wurden. Der Grund hierfür liegt in der Schwierigkeit des Identifizierens zusammengehöriger Bildpunkte, und daher hat die Photogrammetrie nur in der Architektur (*Meydenbauer*, Kgl. Meßbildanstalt, Berlin) festen Fuß gefaßt.

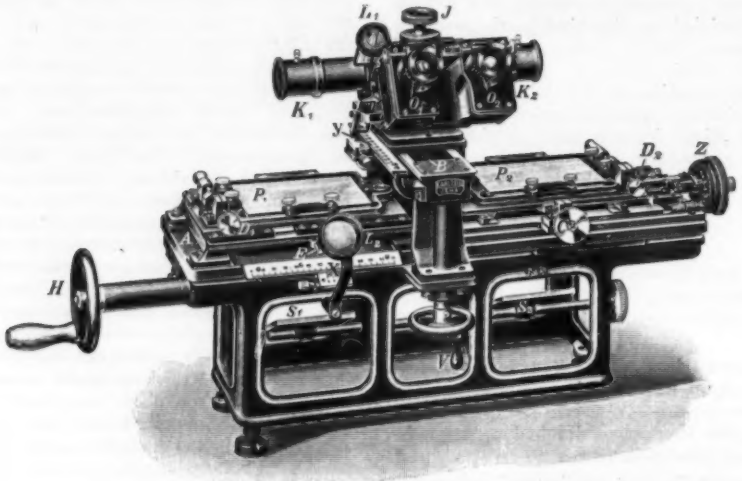
Die im Jahre 1901 durch *Dr. Pulfrich* begründete Stereo-Photogrammetrie benutzt ebenfalls zwei photographische Bilder, die aber an den Enden einer 10—20 mal kürzeren Standlinie mit geeigneten Apparaten (Feld- und Stand-Phototheodoliten) aufgenommen sind, und die in einem besonderen Instrument, dem Stereo-Komparator (s. Figur), stereoskopisch betrachtet und ausgemessen werden. Infolge der wesentlich kürzeren Standlinie werden die Bilder einander so ähnlich, daß die Schwierigkeit des Identifizierens zusammengehöriger Punkte vollständig fortfällt. Die Ausmessung geschieht mit Hilfe einer im Stereo-Komparator angebrachten künstlichen Marke, die sich nach dem Belieben des Beobachters, durch Einstellung der Platten, auf jeden beliebigen Punkt der Landschaft einstellen läßt, und mit der man die ganze Landschaft abtasten kann.

Diese Marke, die wandernde Marke genannt, vertritt die Stelle des Lattenträgers bei den bisher üblichen Arbeiten des Geodäten. Sie hat vor diesem den Vorzug, daß sie ausschließlich dem Willen des Beobachters untersteht und auch an solche Stellen gebracht werden kann, die für den Lattenträger unerreichbar sind.

Das Verfahren hat sich schnell eine große Anzahl von Freunden erworben. Es ist nicht allein für die Vermessung von schwer und unzugänglichen Partien im Hochgebirge, für den Bahn- und Kanalbau, für die Vermessung von Landgrenzen und Festungen,

Baudenkmälern usw. von größter praktischer Bedeutung geworden, auch lassen sich mit ihm Aufgaben lösen, wie z. B. die Ausmessung von Meereswellen, Manöverbildern, Geschoßbahnen, die Messung der Höhe von Nordlichtern usw., deren Lösung man früher kaum für möglich gehalten hat. Es ist daher begreiflich, daß das Verfahren in den betreffenden militärischen, wissenschaftlichen und technischen Kreisen des In- und Auslandes sich einer großen Beliebtheit erfreut.

Um eine gründliche theoretische und praktische Ausbildung der an dieser neuen Wissenschaft beteiligten Kreise zu ermöglichen, hat Dr. *Pulfrich* einen achttägigen *Ferienkursus in Stereo-Photogrammetrie* eingerichtet, der im Sommer 1913 zum fünften Male stattfindet und bisher von einer großen Anzahl von Professoren und Geodäten, Offizieren und Ingenieuren des In- und Auslandes besucht war. Einen kurzen Überblick über die physiologisch-optischen Grundlagen des stereoskopischen Sehens und



Stereo-Komparator.

über das Wesen und die Entwicklung der stereoskopischen Beobachtungs- und Meß-Instrumente bietet die mit einem Literaturverzeichnis der Arbeiten seit 1900 versehene Schrift von *C. Pulfrich: Stereoskopisches Sehen und Messen*, Jena 1911.

Auch mit der Ausmessung naher Gegenstände und deren Reproduktion auf stereo-photogrammetrischem Wege (Ausmessung von Röntgenbildern, Herstellung von Büsten usw.) ist bereits ein vielversprechender Anfang gemacht worden.

Eine außerordentliche Förderung der Methode und ihrer Anwendung liegt in der in den letzten Jahren vorgenommenen Verbindung des Stereo-Komparators mit automatischen Auftragapparaten (von *Orel-Pulfrich*). Ist es doch jetzt möglich, nicht allein die im Stereo-Komparator eingestellten Punkte automatisch ohne jede Rechnung auf den Plan zu übertragen, sondern auch die für den Plan so sehr wichtigen Schichtenlinien (Kurven gleicher Höhe) automatisch zu zeichnen, so daß jetzt ein Plan, der früher Tage und Wochen in Anspruch nahm, in wenigen Stunden angefertigt werden kann. Das unter Leitung von Herrn Hauptmann *v. Orel* in Wien stehende Vermessungsinstitut *Stereographik* führt solche Arbeiten mit bestem Erfolg auch für andere aus.

Alle diese Messungen gründen sich auf die Verwendung von zwei Photographien und deren Betrachtung im stereoskopischen Sehen, so daß der Beobachter jederzeit ein körperliches Modell der aufgenommenen Objekte in größter Anschaulichkeit vor sich hat und die Messung, ohne das Terrain betreten zu müssen, in aller Ruhe in seinem Bureau ausführen kann.

Neue Untersuchungen über alte Ernährungsprobleme.

Von Privatdozent Dr. L. Lichtwitz, Göttingen.

Eiweiß, Fett, Kohlehydrate, Salze und Wasser sind unsere Nahrungsstoffe, die in zweckmäßiger Zusammensetzung Leben und Gesundheit, Wachstum und Erhaltung gewährleisten. Dieser Satz, der zu der Möglichkeit einer Ernährung mit synthetisch dargestellten reinen Nahrungsstoffen führt, gilt nicht ohne Einschränkung. Wir kennen Krankheitszustände, die die Folge einer fehlerhaften Ernährung sind, ohne daß die Nahrung quantitativ unzureichend oder in bezug auf die oben genannten Stoffe falsch zusammengesetzt ist, und ohne daß Fäulnis- oder Zersetzungsvorgänge eingetreten sind. Diese Krankheiten sind vor allem der Skorbut, die Möller-Barlowsche Krankheit und die Beri-Beri.

Der Skorbut ist auch dem Laien bekannt. Im allgemeinen eine seltene Krankheit, hat er doch

stets infolge der Umstände, mit denen oder durch die er auftrat, eine zeitweilig sehr über seine Bedeutung hinausgehende Berühmtheit erworben. Seit dem Altertum ist der Skorbut als Massenerkrankung bei Hungersnot, Krieg, in belagerten Städten, auf langen Schiffsreisen aufgetreten; er hat eine große Zahl von Opfern in Gefängnissen, Kranken-, Arbeits- und Findelhäusern gefunden. Er hat oft eine Verbreitung gewonnen, wie sie nur von Infektionskrankheiten erreicht wird, und z. B. im Jahre 1849 in 10 russischen Gouvernements 260 000 Erkrankungen und 60 900 Todesfälle verursacht. Seine Raubzüge durch die Jahrhunderte hat die ärztliche Wissenschaft mit einer Unzahl von Deutungen begleitet, von denen, nachdem auch die bakteriologische Forschung erfolglos geblieben war, *eine* fast allgemeine Anerkennung gefunden hat. Die Beobachtungen, die den Skorbut auf einen Mangel an frischen vegetabilischen Nahrungsmitteln zurückführen, sind sehr zahlreich. Zuerst hat *Bachstrom* diese Auffassung vertreten. Eine Bestätigung fand sie im Jahre 1823 in einer großen Epidemie in Südrußland, die auftrat, nachdem Heuschreckenschwärme die Felder verheert hatten. In dem belagerten Paris — 1870/71 — soll nach den übereinstimmenden Berichten aller Beobachter der Skorbut trotz der übelsten hygienischen Verhältnisse erst angefangen haben, als frische Gemüse und Kartoffeln fehlten. Die Erkenntnis der Bedeutung dieser Nahrungsmittel hat zu einer Prophylaxe von dem schönsten Erfolge geführt. So hat *Nansen* während einer auf das sorgfältigste vorbereiteten dreijährigen arktischen Expedition seine gesamte Mannschaft gesund erhalten.

Die Frage, worin die Wirkung der frischen Vegetabilien beruht, hat *Garrod* dahin beantwortet, daß ihr Gehalt an Kalisalzen die Krankheit verhüte. Eine Stütze dieser Theorie kann darin gefunden werden, daß mit der Ausbreitung des Anbaues der Kartoffel, die den größten Kaligehalt hat, der Skorbut immer mehr an Feld verloren hat. Wenn diese Anschauung richtig wäre, dann müßte bei Fleisch-Fettnahrung Skorbut auftreten. Es ist aber zweifellos, daß nicht nur einzelne Individuen, sondern ganze Stämme und Völker sich dauernd in dieser Weise ernähren, ohne an Skorbut zu erkranken. Der experimentellen Pathologie verdanken wir die Einsicht in die wahren Ursachen dieses Leidens. Da es ja nicht der Zweck dieses Referats ist, einen vollständigen Überblick über die Arbeiten auf diesem Gebiete zu geben, so möge die Mitteilung einer ausführlichen Untersuchung den Zusammenhang beleuchten.

A. Holst und *Th. Fröhlich* haben Meerschweinchen nur mit Brot gefüttert, das aus Hafer, Weizen, Roggen, Gerste oder Mais bereitet war. Die Tiere erkrankten unter Erscheinungen, die denen beim menschlichen Skorbut und noch mehr denen beim infantilen Skorbut (Möller-Barlowsche Krankheit) fast gleich waren. Die Tiere starben, und die anatomische Untersuchung ergab ganz entsprechende Veränderungen. Bei diesen Tieren konnte durch eine Beigabe von Grünfutter Krankheit und Tod verhütet werden, und es ist von großer Wichtigkeit, daß bereits 1 g Kohl pro Tag ausreichte. Der Kaligehalt dieser kleinen Gemüsemenge ist gegenüber dem mit den Körnern verfütterten Kali so gering, daß für die vorbeugende Wirkung des Grünfutters eine andere Erklärung notwendig ist. Es wurde weiter festgestellt, daß durch Trocknen die „antiskorbutische" Eigenschaft der Vegetabilien abgeschwächt oder aufgehoben wird. Durch diesen Prozeß wird der Kaligehalt in keiner Weise beeinflußt. Im Anschluß an diese Untersuchungen hat *V. Fürst* gefunden, daß beim Meerschweinchen auch einseitige Fütterung mit trockenen Hülsenfrüchten, die wie die Körner in bezug auf Eiweiß, Fett, Kohlehydrate und Salze eine völlig ausreichende Nahrung bilden, Skorbut macht. Füttert man aber statt mit trockener Frucht mit angekeimtem Samen, so bleiben die Tiere völlig gesund. Ältere Studien von *Bartenstein*, die *Th. Fröhlich* bestätigt, haben ergeben, daß Meerschweinchen mit roher Kuhmilch gefüttert, sterben, und daß ihr Skelett eine starke Brüchigkeit aufweist. Erhitzte Milch wirkt ebenso, und diesem Einfluß kann man durch Darreichung von 5 g Kohl nicht begegnen. Während die rohe Milch allein nicht imstande ist, diese Tiere zu erhalten, vermag sie aber, wie weitere sehr wichtige Untersuchungen von *Fröhlich* zeigen, den bei Haferfütterung eintretenden Skorbut zu verhindern. Gekochte Milch hat diesen Einfluß nicht.

Die Unwirksamkeit erhitzter Milch ist die experimentelle Bestätigung ärztlicher Erfahrungen, die am Säugling in leider beträchtlicher Ausdehnung gemacht sind. Bei Ernährung mit zu lange oder zu hoch erhitzter Milch tritt bei den jungen Kindern ein Skorbut ähnlicher Symptomenkomplex auf, der den Namen der Möller-Barlowschen Krankheit führt und seine wichtigsten Zeichen in einer sehr großen Schmerzhaftigkeit vorwiegend der unteren Extremitäten hat, die durch Blutergüsse unter die Knochenhaut und in die Epiphysengrenzen verursacht werden. Die haemorrhagische Diathese dieser Krankheit ist keine so ausgedehnte wie bei dem Skorbut. Aber auch bei diesem findet man die Blutungen oft an denselben Stellen. Die Milch, die die Möller-Barlowsche Krankheit verursacht, ist in ihrem Salzgehalt nicht verändert. Der Grund der Krankheit muß also in anderen Momenten gesucht werden. Von dem Skorbut unterscheidet sich die Möller-Barlowsche Krankheit durch die viel schneller eintretende, geradezu zauberhafte Wirkung frischer Vegetabilien. Ganz geringe Mengen Apfelsinensaft, Zitronensaft oder dergl. beseitigen die Schmerzen in kürzester Zeit, machen die Kinder wieder beweglich und heben das Allgemeinbefinden so, daß die Blutergüsse bis zu ihrer Resorption nur noch den Charakter lokaler geringfügiger Affektionen haben.

Diese für die Heilung des Skorbuts und der Möller-Barlowschen Krankheit und für die Erhaltung der Gesundheit wichtige Wirkung kleinster Mengen noch unbekannter Stoffe wird durch eine Reihe ausgezeichneter Untersuchungen ergänzt, die

vor allem das Wachstum berücksichtigen. Von diesen seien zuerst die von *F. G. Hopkins* besprochen. *Hopkins* hat junge Ratten mit einer Nahrung gefüttert, die aus sorgfältig gereinigten Stoffen — und zwar Kasein, Stärke, Schweinefett, Rohrzucker und Salzen — in ausreichenden Mengen bestand. Bei dieser Nahrung wuchsen die Tiere nicht. Verwandte er käufliches Kasein, das weniger rein ist, so kam es zu einem langsamen Wachstum. Eine normale Gewichtszunahme war zu erzielen, wenn zu dem Futter eine minimale Menge Milch zugelegt wurde, so daß die festen Bestandteile der Milch nur 1—4 % des Gesamtfutters ausmachten. Die Mehraufnahme an Nährstoffen, eine vielleicht bessere Schmackhaftigkeit der Kost und bessere Resorption im Magendarmkanal sind an dieser Wirkung nicht beteiligt, die auch zu erzielen war durch 0,1 g ausgepreßten eiweißfreien Gemüsesaft und durch ganz kleine Mengen der ätherlöslichen aschefreien Fraktion eines alkoholischen Extrakts von Hefe. Also Eiweiß und Salze scheiden von der Betrachtung des ursächlichen Zusammenhangs aus. Aber als eine interessante Beziehung zu den oben besprochenen pathologischen Vorgängen ist zu erwähnen, daß die Hefe in der Therapie des Skorbuts schon lange eine Rolle spielt. *Hopkins* kommt zu dem Schluß, daß kein Tier von einer Mischung reiner Nährstoffe leben kann, sondern daß alle Tiere von pflanzlichen oder tierischen Geweben leben, in denen zahllose Stoffe (accessory substances) sind, von denen einer oder mehrere zur Erhaltung des Wachstumes und auch des Lebens in der Nahrung vorhanden sein müssen. Die wirksame Dose dieser Stoffe ist so gering, daß ein katalytischer oder stimulierender Einfluß wahrscheinlich ist.

Mit diesen Ergebnissen stehen ebenso hervorragende Untersuchungen im Widerspruch, die *Th. P. Osborne* und *L. B. Mendel* gleichfalls an weißen Ratten angestellt haben. Bei ihren im größten Stile durchgeführten Studien über Ernährung und Wachstum ist es gelungen, eine normale Körpergewichtszunahme durch Fütterung mit Kasein, Stärke, Fett in sorgfältigst gereinigtem Zustande und einer künstlichen Salzmischung zu erzielen. Der Grund dieser Differenz ist noch nicht aufgeklärt.

W. Stepp hat Mäuse mit einer Nahrung, der durch langdauernde Alkohol-Ätherextraktion Fett und die sogenannten Lipoide entzogen waren, nicht am Leben erhalten können. Zusatz von Butter half nichts, während Alkohol-Ätherextrakte aus Kalbshirn oder Eigelb die Nahrung zu einer ausreichenden machten. Er hat weiterhin festgestellt, daß durch langdauerndes Kochen die Nahrung so verändert wird, daß das Leben der Tiere nicht erhalten werden kann, daß aber auch ein auf diese Weise vorbehandeltes Futter durch Zufügung auf kaltem Wege gewonnener Hirn- oder Eiextrakte ergänzt werden kann. Reines Lecithin war unwirksam. Diese Beobachtungen werden von *W. Röhl* bestätigt. Beide Autoren ziehen den Schluß, daß die Lipoide (Lecithin usw.) vom Tierkörper nicht aufgebaut werden können, sondern in der Nahrung zugeführt werden müssen. Dem steht entgegen, daß Enten, die lipoidarm gefüttert werden *(Fingerling)*, viel mehr Lipoide in ihren Eiern abgeben, als ihnen in der Nahrung zugeführt wurden, also zweifellos Lipoide bilden. *Osborne* und *Mendel* haben bei einer Ratte mit einer von ätherlöslichen Substanzen völlig freien Nahrung normales Wachstum erzielt. Daß der Organismus nicht imstande sei, Lipoide aufzubauen, ist bei seinen sonstigen synthetischen Fähigkeiten wenig wahrscheinlich. Die Resultate von *Stepp* und *Röhl* sind vielleicht, entsprechend den Versuchen von *Hopkins* darauf zurückzuführen, daß durch die Alkohol-Ätherextraktion oder durch das lange Kochen eine „accessorische Substanz" der Nahrung entzogen worden ist. Die Lipoidmengen, die *Hopkins* mit der Milch, den Pflanzen- und Hefeextrakten zugefüttert hat, sind sicherlich sehr gering. Eine Ergänzung der Versuche von *Stepp* und *Röhl* in dieser Richtung und eine quantitative Bestimmung der gefütterten und der im Körper während des Wachstums angesetzten Lipoidmengen wird in einfacher Weise eine Entscheidung dieser Frage ermöglichen.

Die wichtigsten Aufschlüsse über accessorische Substanzen in der Nahrung verdanken wir den Beobachtungen über die Beri-Beri und den experimentellpathologischen und chemischen Forschungen, die der Ätiologie und Heilung dieser eigenartigen Krankheit gelten. Die Beri-Beri (japanisch Kakke) ist ein vorwiegend aber nicht ausschließlich in tropischen und subtropischen Ländern auftretendes Leiden, das in seiner foudroyanten Form in kürzester Zeit zum Tode führt und in seiner chronischen Form Entzündung der Nerven (Polyneuritis), Wassersucht und allgemeinen Verfall verursacht. In Japan, besonders an der Küste, ist Beri-Beri eine sehr häufige Krankheit, auf den Philippinen, auf Java und Sumatra ist sie endemisch. In der niederländischen Kolonialarmee hat sie eine große Zahl von Opfern gefordert, und wie der Skorbut ist sie auch auf Schiffen bei langer Fahrt aufgetreten. *Miura* hat die Krankheit auf den Genuß bestimmter Fische, die zu den Scomberideen gehören, zurückgeführt. Daß sie von der Ernährung allein abhängt, lehrt die wirksame Prophylaxe bei der japanischen Marine, bei der kein Fall von Beri-Beri mehr vorgekommen ist seit der Einführung einer Reis-Gerstenahrung und dem Ausschluß von Fischnahrung. Daß der Konsum bestimmter Fische die Krankheit verursacht, ist nicht unmöglich. Vollständig sicher aber sind die Beziehungen der Beri-Beri zur Reisnahrung. Das Reiskorn hat eine Schale, aus der die Reiskleie hergestellt wird. Zwischen Schale und Korn sitzt das Silberhäutchen, das beim Polieren des Kornes entfernt wird. Im Jahre 1897 hat *Eykmann* beobachtet, daß Hühner bei Fütterung mit geschältem und poliertem Reis an Beri-Beri erkranken, während ungeschälter Reis die Tiere gesund erhält und Zusatz von Reiskleie die krankmachende Wirkung des polierten Korns verhindert. Dieser Befund ist an Hühnern, Tauben und anderen Tieren seitdem so oft erhoben worden und mit einer solchen Sicherheit herbeizuführen, daß wir einer unzweifelhaften *Tatsache von der größten Wichtigkeit* gegenüberstehen. Und dieses Experiment ist im größten Stile, wenn auch nicht mit Absicht, am Menschen gemacht

worden. *Nordermann* hat eine Statistik über das Vorkommen der Beri-Beri an Gefangenen mitgeteilt. Von 150 266 ausschließlich mit geschältem Reis ernährten Gefangenen litten 2,79 % an Beri-Beri, von 96 500 mit ungeschältem Reis ernährten 0,009 %, von 36 802 mit gemischter Reisnahrung 0,24 %. Im Gefängnis von Jopari hörten nach Einführung von silberhauthaltigem Reis die Beri-Beri-Erkrankungen auf. Daß eine unrichtige Reisnahrung wohl der quantitativ wichtigste aber nicht der einzige Grund der Erkrankung ist, lehren Endemien in irischen Gefängnissen.

Kleie und Silberhaut enthalten also eine Substanz, die die Krankheit verhütet und heilt. *C. Funk* hat vermutet, daß diese Substanz lipoider Natur sei und ist einem ähnlichen Zusammenhange nachgegangen, wie ihn *Stepp* und *Röhl* aus ihren Versuchen geschlossen haben. Die Unrichtigkeit dieser Vermutung stellte *Funk* selbst fest, als er daran ging, diese Substanz chemisch darzustellen. Er fand eine organische Base (vermutlich eine Pyrimidinbase, die einen Bestandteil der wichtigen Bausteine der Zellkernsubstanz, der Nukleinsäuren, bilden), die mit Phosphorwolframsäure, Silbernitrat und Baryt gefällt werden kann und ein kristallinisches, salpetersaures Salz bildet, dessen Zusammensetzung (vorläufig nur in einer Analyse) und dessen Schmelzpunkt er bestimmt hat. Eine Dose dieser Substanz, entsprechend 0,004 g Stickstoff, heilt eine Beri-Beri-kranke Taube. *Funk* hat Substanzen mit ähnlichen chemischen Eigenschaften und denselben biologischen und therapeutischen Wirkungen aus Hefe, Milch, Ochsenhirn und Zitronensaft dargestellt. Es ist bemerkenswert, daß wir allen diesen Materialien in diesem Referat bereits begegnet sind.

Gleichzeitig und unabhängig von *Funk* haben japanische Gelehrte, *Suzuki, Shimamura* und *Odake*, diese für ihr Vaterland so wichtigen Probleme in ausführlicher und wahrhaft glänzender Weise untersucht. Sie haben die von *Eykmann* begründete experimentelle Basis bestätigt und festgestellt, daß der ätherische Extrakt der Reiskleie unwirksam ist und daß der Heilstoff in heißen Alkohol übergeht. Auch *Fraser* und *Stanton* konnten mit alkoholischen Extrakten der Reiskleie die Polyneuritis der Hühner heilen. Die Japaner haben dann konstatiert, daß Kasein, Pepton, Eieralbumin, Lecithin, Phytin und anorganische Salze keinen Schutz gegen die Erkrankung geben. Aus dem alkoholischen Extrakt haben sie durch Fällung mit Schwefelsäure und Phosphorwolframsäure und Behandlung mit Baryt einen Sirup gewonnen, der zehnmal wirksamer ist als der alkoholische Extrakt. Diesen Sirup nennen sie *Rohoryzanin I.* Aus diesem erhalten sie durch Fällung mit Tannin das *Rohoryzanin II*, das dreimal so stark wirkt als Rohoryzanin I. Aus dem Rohoryzanin konnte die reine Substanz, das *Oryzanin*, in kristallinischer Form als Pikrat isoliert werden. 5—10 mg Oryzanin heilen eine Taube in wenigen Tagen. Das Oryzanin macht $^1/_{2500}$—$^1/_{5000}$ des Futters aus. Es wirken also bei der Taube schützend und heilend:

3 g Reiskleie,
0,03 Rohoryzanin I,
0,01 Rohoryzanin II,
0,005 Oryzanin.

J. Tsuzuki hat auch Beri-Beri-kranke Menschen mit einem alkoholischen Extrakt der Reiskleie geheilt. Die japanischen Forscher haben ihre Untersuchungen auf Hühner, Mäuse und Hunde ausgedehnt und bei diesen dasselbe Verhalten gefunden. Sie haben sodann an Tauben Fütterungsversuche mit reinen Nährstoffen ausgeführt, wie *Hopkins* und *Osborne* und *Mendel* an Ratten, und gesehen, daß die Tauben bei einer solchen Nahrung in 10 bis 15 Tagen sterben, aber bei Darreichung von 0,03 g Rohoryzanin I leben und wachsen. Damit ist die Einheit der prophylaktischen und therapeutischen Wirkung bei Beri-Beri und des Einflusses dieser Stoffe auf die Ernährung und das Wachstum dargetan. Die prophylaktische Wirkung ist nicht auf die Reiskleie beschränkt. Auch Weizen- und Gerstenkleie, Bohnen, Hirse, Hafer, Gemüse und auch sorgfältig entkleiete Gerste sind imstande, Tauben bei Fütterung mit geschältem und poliertem Reis gesund zu erhalten. Dagegen sind Milch, Eier, Fische und Pferdefleisch bei Tauben unwirksam, während Hunde durch alkoholischen Extrakt von Pferdefleisch ebenso geschützt werden wie durch Oryzanin. Ausgekochtes Pferdefleisch ist ohne Wirkung. Langdauerndes Kochen und Extraktion mit Alkoholäther sind die Prozesse, mit denen *Stepp* die Veränderung der Nahrung seiner Tiere herbeigeführt hat. Auch das spricht dafür, daß die Resultate *Stepps* nicht auf das Fehlen von Lipoiden, sondern auf das Fehlen eines oryzaninartigen Ergänzungsstoffes zu beziehen sind.

Bei der differenten Wirkung der Nahrungsstoffe auf die verschiedenen Versuchstiere stehen wir einer Vielheit der Erscheinungen gegenüber, die vielleicht einen Hinweis gibt auf die Resistenz ungleicher menschlicher Rassen gegenüber der Beri-Beri-Krankheit. Die japanischen Autoren kommen zu dem Schluß, daß das Oryzanin (oder eine Gruppe chemischer Körper von ähnlicher Wirkung) eine ganz besondere und ebenso wichtige Stellung im Haushalte der Natur einnimmt, wie die bekannten Nährstoffe.

Wenn wir die Bedeutung der hier referierten Befunde zusammenfassend erwägen, so erkennen wir das Gemeinsame in ihnen und sehen, daß durch alle diese glücklichen Arbeiten überraschende Erkenntnisse gewonnen sind, denen für die Physiologie und Pathologie der Ernährung die allergrößte Wichtigkeit zukommt.

Die Serodiagnostik der Schwangerschaft.

Von Privatdozent Dr. Fritz Heimann, Breslau,
Assistenzarzt an der Kgl. Universität-Frauenklinik.

Die Veränderungen, die sich an den Genitalorganen der Frau in der Schwangerschaft abspielen, sind naturgemäß in den frühesten Monaten so gering, daß hier mit Sicherheit eine Diagnose nicht gestellt werden kann. Man wird dadurch gezwun-

gen, sich selbst von einem eventuellen Wachsen der Gebärmutter zu überzeugen, etwas, was natürlich nur nach einer längeren, mindestens vierwöchentlichen Beobachtung zu konstatieren möglich ist. Daher richtete man schon seit Jahren sein Augenmerk auf Veränderungen, die sich im Blut bzw. Serum der Mutter abspielen. Leider haben die außerordentlich mühevollen Arbeiten der Autoren — ich nenne hier besonders Namen wie *Ludwig Fränkel, Rosenthal, Dienst, Heinemann* — und viele andere, nicht das gehalten, was man von ihnen erhoffte. Sie alle haben von verschiedenen Gesichtspunkten aus, auf die ich hier nicht näher eingehen will, versucht, gewisse Eigenschaften, die nur im Serum von Schwangeren vorhanden sind, zu charakterisieren; fast alle haben bis zu einem gewissen Grade auch positive Resultate erhalten, jedoch hat es sich im Laufe der Zeit herausgestellt, daß ihre Zuverlässigkeit nur bedingt ist, daß eine große Anzahl Einschränkungen nötig sind, um die Resultate verwerten zu können. Erst *Abderhalden* ist es gelungen, diese Frage zu lösen und eine Serodiagnose der Schwangerschaft anzugeben. *Abderhalden* ist dabei von folgenden Überlegungen ausgegangen: Jeder Eiweißkörper — in gleicher Weise gilt dies auch für die Kohlehydrate und Fette —, der im Blute normalerweise nicht vorkommt, wird als „blutfremd" angesehen und muß in ganz bestimmter Richtung umgewandelt werden, um dem betreffenden Organismus einverleibt bzw. unschädlich gemacht werden zu können. Dieses Abbauen, wie man das Zerlegen der Eiweißkörper nennt, wird nach *Abderhalden* von Fermenten besorgt, die er in diesem Falle als Schutzfermente bezeichnet. Diese Fermente finden sich normalerweise nicht im Serum, sondern sie werden erst, wenn diese blutfremden Stoffe eindringen, gebildet und verrichten ihre Arbeit, ohne selbst angegriffen oder abgenutzt zu werden. Man bezeichnet diese Zufuhr von Eiweißkörpern, die man durch subkutante oder intravenöse Injektion dem Organismus einbringt, zum Unterschied von der sogenannten enteralen Einverleibung, die vom Darm aus erfolgt, wie es also bei der Nahrungsaufnahme der Fall ist, als parenteral. Bei ersterer wird von den Zellen der Leber und Darmwand die Umwandlung des blutfremden Materials in bluteigenes vollzogen, Schutzfermente im obigen Sinne sind also hierbei nicht nötig, obwohl bei Überschwemmung mit blutfremden Stoffen auch diese Zellen einmal versagen können; ein Auftreten von Schutzfermenten wird dann wohl die Folge sein müssen.

Dieses Experiment hat gewissermaßen die Natur selbst in der Schwangerschaft verwirklicht. Durch die Untersuchungen von *Veit, Schmorl* und *Weichardt* ist nämlich erwiesen worden, daß dauernd Eiweißbestandteile der Frucht, die dem kindlichen Anteil des Mutterkuchens angehören, sogenannte Chorionzotten in die Blutbahn des mütterlichen Organismus übergehen. Diese Eiweißkörper müssen als blutfremd angesehen werden; die nächste Folge muß also ein Auftreten von Schutzfermenten im Serum der Mutter sein. Ich möchte hierbei hervorheben, daß auch heute noch nicht sicher bewiesen ist, ob bei dem Übertreten der kindlichen Eiweißkörper ins Blut der Mutter tatsächlich morphologische Bestandteile in Betracht kommen oder ob es sich dabei um chemische Körper handelt. Jedenfalls kommt es darauf an, diese Schutzfermente im mütterlichen Serum nachzuweisen und hierzu bediente sich *Abderhalden* zweier Methoden, der sogenannten optischen Methode und des Dialysierverfahrens. Das Wesen der ersteren besteht darin, daß man das Plasma auf einen in bestimmter Weise vorbereiteten Eiweißkörper, ein aus menschlichen Plazenten hergestelltes Pepton einwirken läßt, das Drehungsvermögen dieses Gemisches im Polarisationsapparat beobachtet und feststellt, ob Änderungen eintreten. *Abderhalden* fand nämlich bei seinen experimentellen Untersuchungen, daß Plasma von einem normalen Hunde, das man auf Eiweißkörper oder Peptone einwirken läßt, keine oder nur geringe Drehungen im Polarisationsapparat zur Folge hat. Wurden jedoch diesem Hunde vor der Blutentnahme subkutan oder intravenös Eiweißkörper einverleibt, so traten Änderungen im Drehungsvermögen auf. Die optische Methode ist schwierig und verlangt natürlich den Besitz eines sehr kostspieligen Apparates. Ganz anders verhält es sich mit dem Dialysierverfahren, das ich jetzt gemeinsam mit *Frank* in weit über 100 Fällen erprobt und als zuverlässig erkannt habe. Diese Methode geht von dem Gedanken aus, daß Eiweißkörper durch tierische Membranen nicht diffundieren, während dies bei den fermentativen Abbauprodukten der Fall ist; es treten also dann in der Außenflüssigkeit Körper auf, die sich mittels chemischer Reaktionen, also besonders der Biuretreaktion (30 % Natronlauge + sehr verdünnte Kupfersulfatlösung) nachweisen lassen. Damit ist schon die Versuchsanordnung beschrieben. In einem Dialysierschlauch läßt man das Serum auf einen Eiweißkörper — in diesem Falle Plazenta, in der durch Kochen die biuretgebenden Stoffe entfernt worden sind — einwirken. Die Abbauprodukte dialysieren in das vom Dialysierschlauch umgebene destillierte Wasser — am besten bei 37° im Brutschrank — und lassen sich hier vermittels der Biuretreaktion nachweisen. Leider ist nun die Reaktion nicht so einfach, wie sie nach dieser Beschreibung klingt. Das Erkennen, ob es sich um ein positives oder negatives Resultat handelt, kann nämlich außerordentlich schwierig sein. Aus diesem Grunde hat auch *Abderhalden* ein neues Mittel angegeben, das einfach und bequem die Anwesenheit der Abbauprodukte erkennen läßt, das Triketohydrindenhydrat. Die Technik ist einfach, weil nur die Außenflüssigkeit mit einigen Tropfen einer 1prozentigen Lösung dieses Präparates gekocht zu werden braucht, um bei positivem Ausfall eine Violettfärbung, bei negativem Ausfall eine schwache Gelbfärbung zu zeigen. Selbstverständlich wird auch hier die Entscheidung manchmal recht schwierig; natürlich sind stets Kontrollen des zu untersuchenden Serums allein ohne Zusatz von Plazenta anzustellen.

Noch ein Wort zum ersten Auftreten bzw. Verschwinden der Reaktion. Natürlich wird es ja in allererster Linie darauf ankommen, zweifelhafte Graviditäten als solche zu erkennen, und das ist

uns in letzter Zeit in allen Fällen gelungen. Klinisch handelt es sich bei diesen Patientinnen um Frauen, die nach dem Tastbefund nicht als gravid mit Sicherheit zu erkennen waren, also um etwa 5—6 Wochen alte Schwangerschaften. Im Wochenbett haben wir bis zum 7. Tage immer positive Reaktion erhalten, vom 8. Tage an wechselte der Ausfall, vom 13. Tage an war die Reaktion stets negativ.

Auf Grund dieser Erfahrungen, die sowohl von *Abderhalden* als auch von uns gemacht wurden, kann die Abderhaldensche Schwangerschaftsreaktion auch für die frühesten Stadien der Schwangerschaft als völlig zuverlässig angesehen werden.

Chemie und Technik extrem hoher Temperaturen.

Von Dr. Hans Goerges, Danzig.

Um zu hohen Temperaturen zu gelangen, kann man zwei voneinander verschiedene Wege einschlagen. Man führt dem zu erhitzenden Stoff die bei einer chemischen Umwandlung erzeugte Wärme zu, indem man ihn in die Nähe des reagierenden Materials (Brennstoff) bringt, oder ihn damit vermischt. Das ist das uralte Verfahren der materiellen Erhitzung. Seit dem Beginn des 19. Jahrhunderts kennen wir ein zweites Heizverfahren, die elektrische Erhitzung, die sich in sehr vielen Fällen der materiellen überlegen gezeigt hat. Die höchsten irdischen Temperaturen ließen sich bisher nur durch den elektrischen Strom erreichen; nur durch ihn kann man gewaltige Energiemengen in kleinem Raum konzentrieren.

Daher benutzt man heute zur Erzeugung extrem hoher Temperaturen im Laboratorium fast ausschließlich elektrische Öfen. Nur eine Form der materiellen Erhitzung kommt daneben für wissenschaftliche Zwecke in Betracht. Das ist die Explosion. Sie hat bei der Untersuchung von Gasen gute Dienste geleistet.

Apparate zur Erzeugung hoher Temperaturen.

Die ersten Versuche, zu extrem hohen Temperaturen zu gelangen, hat *Despretz* (1849) angestellt. Er konstruierte einen elektrischen Widerstandsofen und einen Lichtbogenofen. Despretz hatte jedoch keine besonderen Erfolge zu verzeichnen, weil es damals an Einrichtungen zur Erzeugung von starken elektrischen Strömen fehlte. *Moissan* fand günstigere Bedingungen vor, als er 1891 die Gedanken *Despretz'* wieder aufnahm. Er war der erste, der mit Hilfe seines Lichtbogenofens das Gebiet extrem hoher Temperaturen betrat. So trefflich sich der Moissansche Ofen bewährt, wenn es gilt, Stoffe auf die höchsten Temperaturen zu erhitzen, so wenig eignet er sich für exakte Untersuchungen. In ihm gibt es kein endliches Gebiet von merklich konstanter Temperatur. Räume mit gleichmäßiger, meßbarer Temperatur lassen sich nur in Widerstandsöfen realisieren. Elektrische Öfen mit einem Heizwiderstand aus Platin *(Heraeus)* sind seit längerer Zeit bekannt. Sie liefern indessen nur Temperaturen bis zu etwa 1300° C. Etwas höher kommt man in den Kryptolöfen[1]), die allerdings für viele Arbeiten wenig geeignet sind. Den ersten für exakte Untersuchungen bei hohen Temperaturen (bis 2000° C) brauchbaren Widerstandsofen hat *Nernst*[2]) konstruiert (1903). Nachdem die Versuche Heizrohre aus hochfeuerfesten Oxyden herzustellen (Nernstlampe) zu keinen günstigen Resultaten geführt hatten, benutzte *Nernst* ein Rohr aus Iridium. Dieses, in Magnesia usta eingebettete Rohr wurde von einem starken, niedrig gespannten Wechselstrom durchflossen und dadurch in heftigste Glut versetzt. Die Temperatur wurde optisch gemessen. 2000° war die obere Grenze. Die erreichten Temperaturen waren also nicht besonders hoch. *Moissan* war in seinem Lichtbogenofen weit über 2000° gekommen. Wenn wir hier trotzdem den Nernstschen Iridiumofen als einen Ausgangspunkt bezeichnen, so geschieht das deshalb, weil *Nernst* nicht nur *hohe* Temperaturen, sondern zugleich meßbare erreicht hat. Innerhalb des glühenden Iridiumrohres befand sich ein Raum von merklich konstanter Temperatur. Mit seinem Ofen konnte *Nernst* exakte Dampfdichtebestimmungen ausführen und das Stickoxydgleichgewicht untersuchen. Leider wurde dem Bestreben zu höheren Temperaturen zu gelangen durch den Schmelzpunkt des Iridiums (2360°) eine Grenze gesetzt. Die Form eines Ofens für exakte Untersuchungen aber war gegeben. Es handelte sich jetzt nur darum, einen geeigneten Heizkörper zu finden, der den höchsten Temperaturen widersteht.

Es ist bemerkenswert, daß die Entwicklung der elektrischen Beleuchtung jener der Elektrothermie vollkommen parallel läuft. Die erste elektrische Lichtquelle war der Lichtbogen, erst später wurde die Glühlampe erfunden, die das Bogenlicht immer mehr zurückdrängt.

Auch zu Heizzwecken hat man zuerst den Lichtbogen benutzt. Heute steht der elektrische Vakuum-Widerstandsofen bei wissenschaftlichen Untersuchungen im Vordergrund. Ganz wie in der Glühlampe ein Kohle- oder Metallfaden, wird hier ein Kohle- oder Metallrohr im Vakuum durch den Strom erhitzt. Die ersten Erfolge hat man in Kohlerohröfen erzielt. Kohle ist billig und leicht zu bearbeiten. Ihre trefflichste Eigenschaft für unsere Zwecke ist ihre einzig dastehende Feuerbeständigkeit im Vakuum.

Die ersten Vakuumwiderstandsöfen mit einem Heizkörper aus Kohle sind in Amerika gebaut. Ein sehr vollkommener Ofen, den *Arsem* im Laboratorium der *General Electric Co.* (Schenectady) konstruierte, wurde bereits im Jahre 1906 veröffentlicht[3]).

In einem wassergekühlten, luftleeren Metallgefäß wird durch den Strom eine Heizspirale aus Graphit erhitzt. Um Wärmeverluste durch Strahlung zu vermeiden, ist die Heizspirale von einem zylinder-

[1]) Kryptol ist ein grob gekörntes Material, das aus einem Gemisch von Carborundum, Ton und Graphit hergestellt ist. Es leitet den elektrischen Strom und dient in den Kryptolöfen als Heizwiderstand.

[2]) *Nernst*, Zeitschr. f. Elektrochemie *9*, p. 622 (1903).

[3]) *Arsem*, Journ. Americ. Chem. Soc. *28*, 921—35.

förmigen Gefäß aus Graphit, dem „Strahlungskasten" umgeben. Der Raum innerhalb der Heizspirale kann gleichmäßig bis zu 3000° C und darüber erhitzt werden.

Viele Vakuumöfen, die seither konstruiert wurden, nähern sich der Form des Arsemschen Ofens in dem Grade sie brauchbarer werden. Das ist der beste Beweis für die Zweckmäßigkeit dieses Apparates, der im Dienste der Technik steht. Dort hat er hervorragendes geleistet. Ist es doch die *General Electric Co.* gewesen, die zuerst ziehbares Wolfram herstellte und dadurch große Umwälzungen in der Glühlampenindustrie herbeiführte. Die wissenschaftlichen Forscher, denen nicht die reichen Mittel eines großen Werkes zu Gebote stehen, haben Öfen konstruiert, die sie einmal den vorhandenen Stromquellen und dann den vorzunehmenden Untersuchungen anpassen mußten.

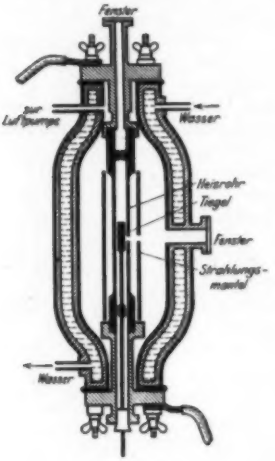


Fig. 1.

Hier ist der Ofen von *Hempel*[1]) zu nennen, der als Heizkörper 8 Kohlenstäbe von 5 mm Durchmesser benutzt. Die Stäbe verbinden, parallel laufend, zwei Platten, die mit den Polenden der Kabel verbunden werden. *Hempel* erreicht Temperaturen bis zu 2300° C.

Sehr viel geeigneter für wissenschaftliche Untersuchungen ist der Vakuumwiderstandsofen von *Otto Ruff*[2]) (Fig. 1).

In einem doppelwandigen, zylindrischen Gefäß aus Bronze befindet sich isoliert ein Kohlerohr, dessen Enden mit den Stromzuführungen am oberen und unteren Ende des Metallgefäßes verbunden sind. In der Mitte des Bronzemantels sind Schaulöcher, durch Fenster aus Quarzglas verschlossen, angebracht. Es ist auch möglich, von oben durch ein Fenster in das Innere des Heizrohres zu sehen. Zur Verhinderung der Wärmestrahlung ist das Kohlerohr von einem zweiten, größeren umgeben. Leitet man einen starken Strom durch das innere Kohlerohr, so gerät es bald in heftige Glut. Der Raum innerhalb des Kohlerohres hat in einem gewissen Gebiet gleichmäßige Temperatur, die durch ein Pyrometer gemessen werden kann. In diesen Raum bringt man die zu erhitzenden Substanzen, die sich entweder in einem Tiegel befinden oder in Stabform in den Heizraum geschoben werden. Vor dem Anheizen wird der Ofen luftleer gemacht oder mit einem indifferenten Gas (Stickstoff, Wasserstoff) gefüllt.

Die Nachteile dieser Konstruktion bestehen darin, daß das Vakuum kein besonders gutes ist. Die Folge davon ist, daß die Ofenatmosphäre kohlend wirkt. Der Vakuumofen mit Kohlerohrwiderstand eignet sich in erster Linie für die Untersuchung von Karbiden und Stoffen, die mit Kohlenstoff gesättigt sind. Reine Metalle kann man kaum darin schmelzen, weil sie Kohlenstoff aufnehmen. Um die schädliche Wirkung der Kohle zu vermeiden, hat man die Versuche mit Metallwiderständen

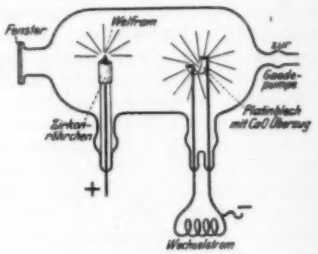


Fig. 2.

wieder aufgenommen. *v. Wartenberg*[1]) benutzte ein Rohr aus gepreßtem Wolfram, ebenso *Fischer* und *Tiede*[2]).

Wolfram ist seines hohen Schmelzpunktes wegen (etwa 3000° C.) das Metall, das hierfür vor allen anderen in Frage kommt. Leider läßt es sich schwer bearbeiten. Es ist deshalb bisher noch nicht gelungen größere Widerstandsrohre aus Wolfram herzustellen.

Etwas außerhalb dieser Entwicklungsreihe, die danach hinstrebt, einen Raum mit gleichmäßiger, konstanter und meßbarer Temperatur zu schaffen, stehen einige Konstruktionen, die den Vakuumlichtbogen (Kathodenstrahlen) zur Erhitzung verwenden.

Von Wartenberg[3]) bestimmte den Schmelzpunkt des Wolframs in dem in Fig. 2 skizzierten Apparat. Verwendet wird dabei die Eigenschaft der Oxyde der alkalischen Erden, im weißglühenden Zustand Elektronen auszusenden. In einem Glasgefäß, das weitgehend evakuiert ist, befindet sich ein Platinblech mit einem dünnen Überzug von Calciumoxyd, das durch Wechselstrom auf Weißglut erhitzt wird.

[1]) Zeitschr. f. angew. Chemie 23, p. 289 (1910).
[2]) Berl. Ber. 43, p. 1564 (1910); Zeitschr. f. angew. Chemie 24, p. 1459 (1911).

[1]) *v. Wartenberg*, Zeitschr. f. Elektrochemie *15*, p. 867.
[2]) *Fischer* und *Tiede*, Ber. *44*, p. 1718.
[3]) *v. Wartenberg*, Verh. phys. Ges. *12*, p. 125; 1910.

Dem Platinblech gegenüber ragt aus einem Röhrchen aus Zirkonoxyd die Spitze eines Wolframstäbchens heraus. Verbindet man nun das Platinblech mit dem negativen, das Wolframstäbchen mit dem positiven Pol einer 220-Volt-Leitung, so fließt ein starker Strom zwischen Platinblech und Wolframstab, weil durch die angelegte Potentialdifferenz der Austritt von Elektronen aus dem glühenden Calciumoxyd stark begünstigt wird. Die Elektronenströme (weiche Kathodenstrahlen) treffen auf die Spitze des Wolframstäbchens und bringen es zum Schmelzen. Die Temperatur des schmelzenden Metalls wird optisch gemessen. Auch die harten Kathodenstrahlen hat man auf ähnliche Weise zur Erhitzung benutzt. Man kann durch diese Anordnung beliebig hohe Temperaturen erreichen.

Für Schmelzpunktbestimmungen eignet sich außerdem das Verfahren der direkten Widerstandserhitzung. *Von Pirani* und *Meyer*[1]) bestimmten den Schmelzpunkt von Tantal, indem sie durch ein Tantalband im Vakuum elektrischen Strom schickten, bis das Band durchschmolz.

Temperaturbestimmung.

Weit größere Schwierigkeiten als die Erzeugung hoher Temperaturen bietet die Messung derselben. Solange man Thermoelemente zur Temperaturmessung verwenden kann, hat man noch einigermaßen sicheren Boden unter den Füßen. Ist man bei extrem hohen Temperaturen auf ausschließlich optische Bestimmung angewiesen, so wird man sich des Gefühls der Unsicherheit nicht erwehren können. Die Grundlagen für die optische Temperaturbestimmung sind die für den schwarzen Körper gültigen Strahlungsgesetze. Nun gibt es keine absolut schwarzen Körper; es müssen daher Korrekturen angebracht werden. Man mißt oder vergleicht entweder die gesamte vom Körper ausgesandte sichtbare Strahlung (Pyrometer von *Holborn* und *Kurlbaum)* oder bestimmt die Intensität von Licht einer bestimmten Wellenlänge (Pyrometer von *Wanner*). Die mit solchen Apparaten gefundenen Temperaturen sind nur dann richtig, wenn die Strahlungsgesetze genügend genau sind. Andernfalls kann man nur Temperaturen *vergleichen*. Für die Technik reicht das aus. In der Industrie, namentlich in der keramischen, werden zur Temperaturbestimmung Segerkegel benutzt. Es sind dies kleine Kegel, die aus einem bestimmten Gemisch reiner Oxyde hergestellt wurden. Nach der Höhe ihres Schmelzpunktes werden sie numeriert. Das Niederschmelzen eines Segerkegels zeigt an, daß die Temperatur seinen Schmelzpunkt erreicht hat.

Untersuchungen bei hohen Temperaturen.

Die experimentelle Erforschung der Eigenschaften der Stoffe bei extrem hohen Temperaturen befindet sich noch im Anfang der Entwicklung. Über die *Schmelz-* und *Siedepunkte* der Elemente sind wir noch lange nicht genügend orientiert. Noch weniger wissen wir von den *thermischen Eigenschaften* der Stoffe bei hohen Temperaturen, von den *Gleichgewichtszuständen*.

Die ersten umfangreichen exakten Untersuchungen bei extrem hohen Temperaturen haben *Nernst*[1]) und seine Mitarbeiter in dem Iridiumofen ausgeführt. Es wurden die Dampfdichten und Siedepunkte einer Reihe von Metallen und einiger Verbindungen untersucht. Es zeigte sich, daß alle Metalle einatomig verdampfen. Mit den Siedepunkten von Metallen hat sich auch *Greenwood*[2]) in ausgedehnten Untersuchungen beschäftigt. Er verwendet Öfen mit einem Kohlerohr als Heizwiderstand. *Nernst* und seine Mitarbeiter[3]) haben außerdem die Eigenschaften von Gasgemischen bei hohen Temperaturen mit Hilfe von Explosionen untersucht. Der auftretende Maximaldruck wird gemessen. Aus ihm kann man die Maximaltemperatur und die spezifischen Wärmen der einzelnen

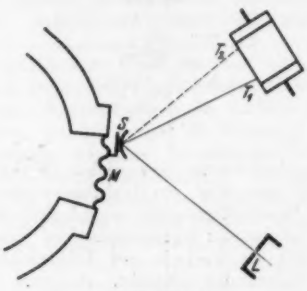


Fig. 3.

Gase berechnen. Auch Gleichgewichtszustände wurden nach dieser Methode bestimmt. In welcher Weise der Maximaldruck gemessen wurde, veranschaulicht Fig. 3. Von L fällt ein Lichtstrahl auf den Spiegel S und wird nach T reflektiert. Hier trifft er auf einen Streifen lichtempfindlichen Papiers, das um einen rotierenden Zylinder gelegt ist. Bei der Explosion wird die Stahlmembran M nach außen gedrückt, der Spiegel verdreht und so der Lichtstrahl abgelenkt. Aus der Kurve, die man nach der Entwicklung des Streifens erhält, kann man den Maximaldruck berechnen.

Die elektrischen Öfen der Großindustrie.

Während der Forscher danach strebte, Öfen zu konstruieren, mit denen man meßbare Temperaturen erzeugen kann, war in der Großindustrie die Wirtschaftlichkeit der leitende Gesichtspunkt. Die *Aluminiumindustrie* hat zuerst mit großen elektrischen Öfen gearbeitet. Allerdings brauchte sie keine besonders hohen Temperaturen. Der elektrische

[1]) v. *Pirani* und *Meyer*, Zeitschr. f. Elektrochemie *17*, p. 908.

[1]) *Nernst*, Zeitschr. f. Elektrochemie *9*, p. 622 (1903). *v. Wartenberg*, Ber. Deutsch. chem. Ges. *39*, p. 380 (1906) und Zeitschr. f. anorg. Chemie *56*, p. 321 (1908).

[2]) *Greenwood*, Zeitschr. f. Elektrochemie *18*, p. 319 (1912).

[3]) *Pier*, Zeitschr. f. Elektrochemie *15*, p. 536; *10*, p. 897 (1910). *Bjerrum*, Zeitschr. f. Elektrochemie *17*, p. 731 (1911); *18*, p. 101 (1912).

Strom wird hauptsächlich seiner elektrolytischen Wirkung wegen benutzt. Der thermische Effekt kommt erst in zweiter Linie in Betracht.

Zur Darstellung von *Kalziumkarbid* konstruierte man Öfen, bei denen der elektrische Strom nur Heizquelle ist. Das Modell für die hier verwandten Öfen ist der von *W. Siemens* (1879) konstruierte Apparat (Fig. 4). Den positiven Pol bildet ein Kohletiegel, den negativen ein Kohlestab. Durch

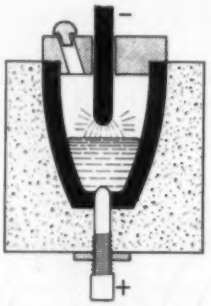


Fig. 4.

Berührung der oberen beweglichen Elektrode mit dem Tiegelboden wird ein Lichtbogen erzeugt, der durch das Reaktionsgemisch „zugedeckt" wird. Der Ofen arbeitet nun als Widerstandsofen. Die Karbidindustrie hat die Technik der Elektrothermie zur höchsten Vollendung gebracht. Anfangs war man sehr ängstlich bezüglich des Tiegelmaterials. Man verwendete nur hochfeuerfeste Materialien und kleidete diese mit Kohle aus. Heute macht man den Tiegel aus Eisenblech. Die Zone extrem hoher Temperatur wird in die Beschickung eingebettet. Der Tiegel selbst erwärmt sich nur wenig. Dieses Verfahren, das die Beschickung als Ofenwand und zugleich auch als Heizwiderstand benutzt, hat es möglich gemacht, die riesigen modernen Öfen zu bauen. Nur die bewegliche, in das Reaktionsgemisch tauchende Elektrode muß aus hochfeuerfestem Material, aus Kohle bestehen.

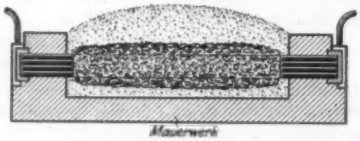


Fig. 5.

Reine Widerstandserhitzung wird zur Herstellung von Carborundum und Graphit benutzt (Fig. 5). Auch hier durchfließt der Strom das Reaktionsgemisch.

Nachdem die Elektrothermie an den Problemen erstarkt war, die sich nur durch sie lösen ließen, konnte sie erfolgreich hochentwickelte Verfahren der materiellen Erhitzung verdrängen. Heute verwendet man in ausgedehntem Maße elektrische Öfen zur *Stahlerzeugung*. Bereits *Siemens* hatte versucht, Eisen in seinem Lichtbogenofen zu raffinieren. Es gelang ihm aber nicht, die hohe Temperatur des Lichtbogens in zweckmäßiger Weise auf die Schmelze zu übertragen. Heute schützt man das Eisen durch eine darauf schwimmende Schlackenschmelze, die die Hitze gleichmäßig verteilt. Besonders interessant sind die Induktionsöfen, bei denen Elektroden überflüssig sind. Eine geschlossene ringförmige Schmelzrinne, die mit Eisen gefüllt ist, bildet den sekundären Stromkreis, in dem

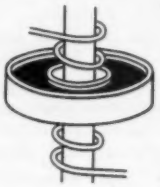


Fig. 6.

Ströme von vielen tausend Ampere induziert werden (Fig. 6). Man hat auch elektrische Hochöfen konstruiert, die jedoch kaum mit den bisherigen in Wettbewerb treten können. Der teure elektrische Strom kann wirtschaftlich zur Heizung nur dann verwandt werden, wenn es sich um Spezialeffekte handelt, durch die er der materiellen Erhitzung überlegen ist.

Es ist aber vorauszusehen, daß die Elektrothermie mehr und mehr die Kohle zurückdrängen wird. Schon allein deshalb, weil unsere Zeit einen Raubbau der irdischen Energiequellen betreibt. Kommende Geschlechter werden ja auf den, aus Wasserkräften gewonnenen, elektrischen Strom fast ausschließlich angewiesen sein.

Der Bau alpiner Gebirge[1]).

Von Privatdozent Dr. R. Lachmann, Breslau.

Die Vorstellung von der Einheitlichkeit in der Bildung von Gebirgen hat in den letzten Jahrzehnten durch die Fortschritte in der Erkentnis vom Bau der Alpen starke Einbuße erlitten. Nicht Faltenwellen sind es, wie im Jura, in den Appallachen und im Ural, welche den Grundtypus des alpinen Gebirgsbaues darstellen, sondern dünne Bewegungslamellen, Decken genannt, welche durch Bewegung vornehmlich in horizontaler Richtung übereinander geschichtet worden sind. Die von *Schardt, Lugeon* und *Termier* begründete, von *Steinmann, Sueß* und *Uhlig* übernommene und ausgebildete *Deckenlehre* will den Aufbau der Alpen in der Weise erklären, daß die vier heute im Alpenkörper vereinigten helvetischen, lepontinischen, ostalpinen und dinarischen Massen (Fig. 1) nach Süden zu auseinander zu reihen sind und hier vor der Alpenfaltung nebenein-

[1]) Vortrag, gehalten in der Sitzung der Deutschen Geologischen Gesellschaft in Berlin am 5. Februar 1913.

ander als gesonderte Sedimentationsbezirke bestanden haben.

Im einzelnen bestehen nun diese vier Zonen nicht aus einer einzigen liegenden Falte oder Überschiebungsdecke, sondern die helvetischen und lepontinischen Anteile der Alpen werden wieder in je bis zu acht Decken, die ostalpine Region in mindestens zwei Decken aufgelöst, die ihre Lage zueinander durch Schub von Süden nach Norden unabhängig von der endgültigen Zonengruppierung erhalten haben müssen.

Aber selbst mit dieser außerordentlichen Massenkonzentration durch Südschub kommt die Deckenlehre nicht aus. *Arnold Heim* und *Kober* haben in weitgehendem Maße von der Hilfstheorie der „Deckeneinwickelung" Gebrauch gemacht. Bei dieser Vorstellung war noch nach der Überschiebung der vier Hauptzonen im Körper der Alpen ein starker Südschub am Werke, durch welchen beispielsweise der hangendste Teil des Lepontinums (Radstädter Tauerntrias) in den liegendsten Teil des Ostalpinums (Quarzite und Gneiße) eingefaltet und in dieser Umhüllung um mehr als 50 km nach Norden verfrachtet ist.

Schema der Alpen nach der Deckenlehre in der heutigen Form. H = Helveticum, L = Lepontinum, O = Ostalpinum; D = Dinaricum.

Fig. 1.

Nehmen wir also die konsequenten Vertreter der Deckenlehre beim Wort, so müssen wir, um die Lage der Südalpen vor der Faltung zu rekonstruieren, zunächst die Deckensysteme aus ihrer gegenseitigen Verschlingung auseinanderwickeln, zweitens die vier Faziesbezirke durch Ausglättung der Hauptwellen nebeneinander setzen und endlich innerhalb jedes Deckensystems die Verfaltung der Unterzonen entwirren. Ein Rekonstruktionsversuch unter diesen Gesichtspunkten führt zu einer Verlegung der Südalpen vor der Faltung um nicht weniger als 1660 Kilometer! Aus der Gegend der heutigen Sahara also, auf Hunderte von Meilen Entfernung, soll eine Gesteinshaut, deren Dicke bestenfalls einige Tausend Meter beträgt, gegen Norden lamellenartig zum Alpenkörper zusammengeschoben sein.

Berufene Geophysiker haben sich gegen eine derartige Annahme ausgesprochen, weil sie mit den Gesetzen der Mechanik in Widerspruch steht.

Die Gesteine, welche die äußere Erdrinde zusammensetzen, haben eine so geringe Standfestigkeit, daß bedeutende horizontale Bewegungen einer äußeren Erdhaut ohne Anteilnahme des Untergrundes ausgeschlossen sind. Mechanisch unmöglich ist auch die Bildung von liegenden Falten von mehr als 100 km Amplitude bei einer Schicht von höchstens einigen Kilometern Dicke, die nach den Berechnungen von *Smoluchowski* zu Faltenwellen von nur 10 bis 20 km Breite ausreichen.

In zweiter Linie stehen die räumlichen Schwierigkeiten. In den Pyrenäen könnte man, weil sie linear verlaufen, einen beliebig langen Erdhautstreifen zusamengeschoben denken. Anders in den typischen Deckengebirgen, den Alpen und Karpathen, welche mindestens zum Teil als Bögen verlaufen. Für die Westalpen z. B. steht, ihre einheitliche und zentrifugale Bildung vorausgesetzt, nur die eingeschlossene Fläche der Poebene als Ursprungsland der Deckmassen zur Verfügung. Der Krümmungsradius des inneren Alpenbogens beträgt hier nicht mehr als 50 km. Das ist also das theoretische Maximum des Außenschubes selbst bei unendlicher Dehnungsfähigkeit der Gesteine in der Horizontalen, die viel weitgehenderen räumlichen Anforderungen der heutigen Deckenlehre sind unerfüllbar. Wenn man gar bei der Bildung von Deckengebirgen nur mit rein mechanischen Faktoren der Beanspruchung rechnet, darf man für die westliche Alpenhälfte überhaupt nur wenige Kilometer an zentrifugaler Gesamtbewegung voraussetzen.

Eine Quelle von Widersprüchen ist endlich in der für die Deckenlehre bestehenden Notwendigkeit gelegen, eine Einheitlichkeit im Aufbau der Alpen zu erkennen, welche sowohl das Material jeder Bewegungslamelle, wie ihre Bewegungsrichtung, und die Zeit ihrer Entstehung betrifft. Wie könnte man im Sinne der Deckenlehre die lepontinische Zone in den Zentralalpen von Savona bis zum Semmering in einheitlichem Zuge nachweisen, wenn diese Gebirgsmasse stückweise und zu verschiedenen Zeiten aus dem italienischen Süden heraufgewandert wäre?

Die neusten Spezialforschungen haben die Vorstellung von der Einheitlichkeit der Alpen im Sinne der klassischen Deckenlehre von *Termier* widerlegt und uns vor die Frage gestellt, entweder das gesamte Tatsachenmaterial, auf welches sich die Deckenlehre aufbaut, in Zweifel zu ziehen, wie jüngst *Mylius* getan hat, oder aber unter weitgehender Anerkennung der Beobachtungen dieselben zu einer anders gearteten Auffassung zu gruppieren.

Der Vortragende hält den ersten Weg für ungangbar, weil einige gesicherte Überschiebungstatsachen unter allen Umständen bestehen bleiben müssen und möchte dafür den metamorphen und kristallinen Gesteinsmassen, welche fast ausschließlich die eigentlichen Zentralalpen zusammensetzen, eine entscheidende Rolle bei der Bildung der Alpen zumessen.

Petrographische Beobachtungen, besonders von *Weinschenk*, *Becke* und *Sander*, haben übereinstimmend ergeben, daß in diesen Teilen der Alpen die Deformationen und die kristalline Mobilität des Gefüges ganz überwiegend parallel verlaufen.

Die Lehre von der Dynamometamorphose will die Kristallinität als Folge der Gebirgsbildung deuten. Man kann das Verhältnis auch umgekehrt auffassen und sich fragen, ob nicht der Zustand der Kristallinität die außerordentliche „Durchbewegtheit der Tektonite" — um einen Sanderschen Ausdruck zu gebrauchen — ermöglicht hat.

Und da die Steinmannsche Aufbruchszone in Graubünden, die Schieferhülle der Tauern und die

Glanzschiefermassen von Wallis nichts anderes sind, als vergrößerte derartige Tektonite, so kann man die angedeutete Auffassung dahin erweitern, daß die Struktur der Zentralalpen bedingt wurde durch den besonderen physikalischen Zustand der an ihrem Aufbau beteiligten Gesteinsmassen.

Es läßt sich nämlich die Behauptung begründen, daß die Struktur der inneren Alpen nur einen extremen Spezialfall darstellt jener besonderen Art von Raumerfüllung, die allen *„kristallokinetisch"* gewordenen, d. h. in Relativbewegung unter Lösungsumsatz begriffenen Mineralmassen eigen ist.

Bei einem Gletscher legen sich die Eisschichten, sobald er einen Querschnitt einengen muß, in so enge Schlingen, daß die wirkliche seitliche Kompression in gar keinem Verhältnis zu der erzielten scheinbaren linearen Verkürzung steht.

Einem andern Beispiel kristallokinetischer Raumerfüllung begegnen wir in den Salzlagerstätten. Ein geschichteter Salzkörper, welcher unter homogener Körper in Berührung mit ihrer gesättigten Lösung anzuknüpfen. Indessen bedarf dieses Prinzip noch einer bedeutenden Erweiterung, ehe die physikalische Formulierung der hauptsächlichsten Deformationen in der Erdrinde als befriedigend angesehen werden kann.

Die kristallokinetische Unterströmung wird angeregt durch Störungen des isostatischen Gleichgewichts im Untergrunde (siehe die beistehenden schematischen Zeichnungen). Die Strömungarichtung ergibt sich aus der relativen Höhenlage der Nachbarschaft des Störungsstreifens. Dadurch bildet sich Rückland und Vorland. Über den strömenden Untergrund muß sich infolge der Verzahnung der indifferenten und der beweglichen Zone die sedimentäre Hülle in Falten legen. Die Narbenfläche zwischen Rückland und der abtreibenden Faltenmasse wird durch Sedimentation oder durch Aufdringen von Eruptiven, häufig durch beides, maskiert.

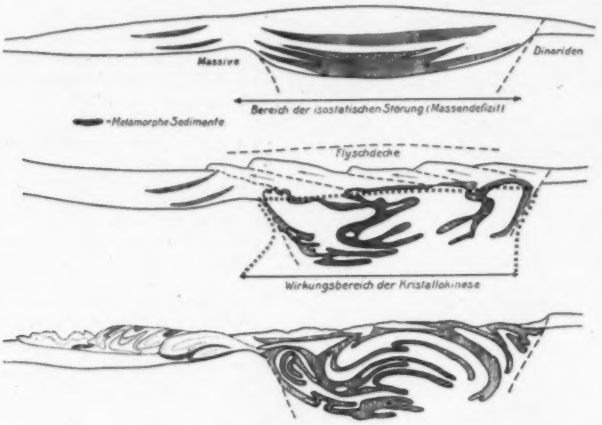


Fig. 2—4.

Lösungsumsatz in einem Salzstock auftreibt, zeigt weitausholende Falten auch dort, wo das unlösliche Nebengestein keinerlei räumliche Horizontalbewegungen erkennen läßt.

Der Vortragende zeigt in einer großen Reihe von Lichtbildern, daß ähnliche Verhältnisse auch in der Zentralzone der Alpen herrschen. *Baltzer, Frech, Sander* und *Stark* haben Faltungserscheinungen an der Grenze verschiedengradig umkristallisierter Gesteinsmassen aus den Alpen zur Darstellung gebracht, aus denen sich entnehmen läßt, daß auch in den Alpen die Deformationen nicht durch einen regionalen Faltungsdruck hervorgerufen sein können, sondern als eine Art von Diffusion von in festem Zustand unter erhöhter Temperatur und Druck bei Lösungsumsatz kristallin bewegten Gesteinsmassen anzusprechen sind.

Man pflegt in der modernen Petrographie die molekularen Bewegungen in kristallinen Gesteinen an das Rieckesche Prinzip von der Deformation

Bei den meisten Gebirgen hat sich die Strömung innerhalb des kristallinen Sockels abgespielt. Die Besonderheit der alpinen Gebirge besteht in dem Hinaufgreifen der kristallokinetischen Zone in den Bereich der Sedimente. Die Entstehung der Schweizer Alpen unter den angedeuteten Gesichtspunkten ist in den beistehenden schematischen Zeichnungen wiedergegeben (Fig. 2—4).

Dieser Vorschlag zu einer Modifikation der Deckenlehre scheint geeignet, die vorher erwähnten Bedenken zu beseitigen. Die Südalpen liegen auch heute noch an Ort und Stelle. Die Widersprüche mit den mechanischen Gesetzen der Elastizitätslehre erklären sich durch die besondere Art der Raumerfüllung kristallinisch bewegter Massen. Eine Einheitlichkeit bei der Entstehung der Alpen darf nicht mehr erwartet werden. Die ja häufig ergebnislose Suche nach den „Wurzeln", d. h. nach den Ausgangspunkten der Deckfalten in den Alpen — ein besonders wunder Punkt der Decken-

lehre in ihrer heutigen Form — beruht auf einer falschen Fragestellung. Die gesamten Zentralalpen sind gleichzeitig Wurzel- und Deckenland.

Der Vortragende verzichtet, wie vor ihm *Ampferer*, auf die Schrumpfungshypothese zur Erklärung der Faltengebirgsbildung, nachdem die Geophysik die Unhaltbarkeit einer derartigen Begründung dargelegt hat. Indem sie den Sitz der Faltungskraft aus dem hypothetischen feurigflüssigen Untergrund von *Ampferer* hinaufverlegt in eine Zone von bis etwa 10 km unter der Erdoberfläche, in welcher die Belastungsmetamorphose die Entstehung kristallokinetischer Strömung ermöglicht, wird sie der Tatsache gerecht, daß, soweit wir wissen, eine nur wenige Meilen dicke Erdhaut an dem Spiel der Gebirgsbildung beteiligt ist.

Von der Faltungserscheinung sind die Störungen in der Isostasie des Untergrundes zu trennen, welche vermutlich den ersten Anlaß zu Vertikalbewegungen gegeben haben. Nach Pendelbeobachtungen sind diese Störungen heute noch als „Massendefizit" unter den Zentralalpen nachweisbar und klingen erst in über 100 km Tiefe aus. Im Gegensatz zur Faltung sind diese Massenstörungen also unserer direkten Beobachtung nicht zugänglich und ihre Erklärung muß deshalb voraussichtlich für immer hypothetisch bleiben. *Von dem Borne* vermutet Vertikalströmungen zweier spezifisch verschieden schwerer „salischer" und „simischer" Gesteinsmassen im Untergrunde der Faltengebirge.

Erläuterungen zu den Figuren 2—4.

Fig. 2. Das Vorland reicht bis zu den Massiven (Mercantour bis Aarmassiv). Das Rückland bilden die Sueßschen Dinariden. Die Belastungsmetamorphose breitet sich unregelmäßig in den alpinen Sedimenten aus. Die Störungen im Gleichgewicht des Untergrundes, welche bereits die mächtigen Sedimentationsreihen im Mesozoikum ermöglichten, decken sich mit der heutigen Verteilung des Massendefizits, welche die Dinariden verschont und (nach *Niethammer)* auf der Innenseite der Massive kulminiert.

Fig. 3. Sobald die metamorphen Sedimente auf ihrer kristallinen Unterlage zwischen den Widerlagern abwärts gleiten, setzt die kristallokinetische Diffusivströmung ein. Sie ergreift auch nichtmetamorphe Teile der Sedimente, wie andererseits kristalline und metamorphe Massen in den Bereich der indifferenten Hangendzone hinübertreten. Das Unterströmungsgefälle auf der Oberfläche der kristallokinetischen Zone bildet sich in der Richtung auf die tiefer gelegenen Massive aus. In gleicher Richtung sind die sich überschiebenden Deckschollen in Abwanderung begriffen. Da die Kristallokinese eine Senkung des Untergrundes voraussetzt, häufen sich gleichzeitig die Flyschsedimente auf und ermöglichen das Einbeziehen immer jüngerer Sedimentkomplexe in den Bereich der Kristallokinese. Die Strömungslinien sind großenteils Motiven der Argandschen Profile entnommen.

Fig. 4. Die Diffusiverscheinungen zwischen ehemaligen Sedimenten und kristallinen Schiefern haben den Grad der Verfaltung am Simplon erreicht. Beim Zusammentreten zweier Gegenströmungen ist eine Gneißscholle vollständig wurzellos geworden (Dent-Blanche-Decke). Die Sedimenthüllen haben als lepontinische Decken die Massivschwelle überschritten. Die helvetischen Decken sind noch derart mit dem Massivboden verschweißt, daß man die Beteiligung der tieferen helvetischen Massen an der Kristallokinese während der Überwanderung voraussetzen muß. Bei der Rückhebung der Zentralalpen sind die voralpinen Decken zum Teil mechanisch abgeglitten *(Reyer, Schardt* und *Penck)*.

Besprechungen.

Jesenko, Ein neues Verfahren, die Ruheperiode der Holzgewächse abzukürzen. (Ber. d. d. bot. Ges. 1911. XXIX. 273—284.)

Jesenko, Einige neue Verfahren, die Ruheperiode der Holzgewächse abzukürzen. (Ebenda, 1912. 81—93.)

Lakon, Georg, Die Beeinflussung der Winterruhe der Holzgewächse durch die Nährsalze. Ein neues Frühtreibeverfahren. (Zeitschr. f. Bot. 1912. IV. 561—582.)

Neuerdings sind Verfahren in die Praxis der Frühtreiberei eingeführt, die wesentlich rationeller sind, als die alte Form der Pflanzentreiberei allein durch feuchte Wärme, weil die neuen Verfahren vor allen Dingen Zeit und Heizung sparen. Gewissermaßen den Anstoß, nach neuen Treibeverfahren zu suchen, gab die Publikation von *Johannsen* im Jahre 1900 „über das Ätherverfahren beim Frühtreiben mit besonderer Berücksichtigung der Fliedertreiberei". Diese Methode, die inzwischen viel angewandt worden ist, besteht darin, daß ruhende Fliedersträuche in große vollkommen luftdichte Kästen, in denen sich eine Ätheratmosphäre befindet, etwa 48 Stunden lang eingeschlossen werden. Die Ätherfreiberei wurde dann abgelöst von dem „Warmbadeverfahren". Von wissenschaftlicher Seite liegen von *Molisch* (Sitz. Ber, d. Kaiserl. Akad. d. Wiss. in Wien, 1908, CXVII, Heft *1.* 1909. CXVIII, Heft *6)* über dieses Verfahren eingehende Untersuchungen vor. „Das Verfahren besteht im wesentlichen darin, daß man die zu treibenden Pflanzen durch mehrere Stunden in warmem Wasser von bestimmter Temperatur liegen läßt, und hierauf in dem Treibraum aufstellt." Man macht Bäder von 9—12 Stunden Dauer bei 30—35°, die Erfolge sind sicher und gute. Es werden auf diese Weise besonders Maiblumen und Flieder getrieben, aber auch für eine Reihe anderer schönblühender Pflanzen schlägt *Molisch* dieses einfache Verfahren vor.

Die Art und Weise wie nun die Pflanzen veranlaßt werden, aus ihrem latenten Zustand, der Ruheperiode, herauszutreten, steht noch zur Diskussion. Gerade die letzten Arbeiten von *Jesenko* und *Lakon* auf diesem Gebiete machen die Erscheinung nur noch rätselhafter. Durch Einspritzen von Wasser in die ruhenden Knospen mittels einer Injektionsspritze hatte *Weber* schon früher ein vorzeitiges Austreiben erzielen können. *Jesenko* preßte vermittels eines eigens für diesen Zweck konstruierten Druckkessels Wasser, Alkohol und Äther durch die Schnittflächen abgeschnittener Zweige und brachte sie auf diese Weise zum Frühtreiben. Beide Autoren kamen zu der Überzeugung, daß es sich wohlmöglich um einen Wundreiz hier handelt, denn allein schon das Anstechen der schlummernden Knospen mit einer Nadel brachte denselben Effekt hervor. In seiner zweiten Arbeit modifizierte *Jesenko* seine Versuchsanordnung. Entsprechend der Molischschen Warmwasser-

bademethode badete er seine Pflanzen in mit Alkohol, Salzsäure, Schwefelsäure, Kohlensäure und Weinsäure gesättigtem Wasser; diese Bäder vermögen „während der winterlichen Ruhepause bei einer Anzahl von Holzgewächsen das Austreiben der Knospen zu beschleunigen". — „Eine höher konzentrierte Alkohol- oder Säurelösung, kürzere Zeit angewendet, wirkte bis zu einem gewissen Grade ähnlich wie eine schwache bei längerer Dauer der Einwirkung." Nach diesen Versuchen nimmt *Jesenko* an, daß direkte chemische Prozesse in den Knospen ausgelöst würden.

Lakon schließlich gelang es durch eine gesteigerte Nährstoffzufuhr die Knospen der Holzgewächse aus ihrer Ruhe zu erwecken. Es wurden abgeschnittene Zweige, auch solche, die sich sehr widerspenstig gegen andere Frühtreibeverfahren gezeigt haben, wie Buche, Esche und Eiche in Knopsche Nährlösung im Oktober, November und Anfang Dezember gestellt, „also in einer Zeit, in welcher die Pflanzen in ihrem festesten Ruhezustand (Haupt- oder Mittelruhe) sich befanden. Bei allen diesen Pflanzen war die Entwicklung durchaus normal und sie führte bis zur vollen Blatt- bzw. Blütenentwicklung." *Lakon* glaubt mit *Klebs*, in der Salzlösung nur eine Anregung der Tätigkeit der durch die Anhäufung von Reservestoffen inaktiv gewordenen Fermente erblicken zu müssen. Diese verschiedenen Meinungen der Autoren stellen natürlich vorläufig nur Hypothesen dar. Hoffentlich werden weitere Arbeiten bald nähere Aufschlüsse bringen über die auslösenden Faktoren, die hier eine Rolle spielen.

E. W. Schmidt, Marburg.

Linke, F., Aeronautische Meteorologie. München und Berlin, R. Oldenbourg, 1911. T. I. VIII, 133 S., 43 Abb. u. 8 Tab. Preis geb. M. 3,—, T. II. VIII, 126 S., 37 Abb. u. 7 farb. Taf. Preis geb. M. 3,50.

Die beiden vorliegenden Bände, die in der von Hauptmann *Neumann* herausgegebenen Sammlung „Luftfahrzeugbau und Führung" erschienen sind, sollen ein Lehrbuch der Meteorologie für Luftfahrer sein. Die überaus schnelle Entwicklung, die die deutsche Luftschiffahrt in den letzten Jahren genommen hat, hat das Bedürfnis nach einem derartigen Buch immer mehr hervortreten lassen. Insbesondere war es wohl die Ausbildung der Freiballonführer, die für das Entstehen des Buches bestimmend gewesen ist. In den Vereinen des deutschen Luftschifferverbandes wird neben der Bedingung der Ausführung einer Anzahl von Ballonfahrten für die Aushändigung des Führerdiploms die Ablegung eines Examens verlangt, das sich nicht zum mindesten auf die aeronautische Meteorologie erstreckt. Der Verfasser des vorliegenden Buches hat als Fahrtenwart, dem die theoretische Ausbildung der Führer des Frankfurter Vereins für Luftschiffahrt oblag, hinreichend Gelegenheit gehabt, die hierfür wichtigen Probleme zu studieren. In den beiden Bänden hört man überall den erfahrenen Freiballonführer sprechen, der als Meteorologe und Geophysiker die sich auf den Ballonfahrten bietenden Erscheinungen in die an sich etwas abstrakte Materie eingeflochten und so ein Ganzes geschaffen hat, das bei der leichtflüssigen Sprache eine recht unterhaltsame und belehrende Lektüre bildet.

Im ersten Teil werden zunächst die allgemeinen Eigenschaften der Atmosphäre besprochen. Dann folgen die Meßmethoden zur Bestimmung des Luftdruckes und seiner Änderung, die Barometer, Variometer u. a. Es sind hier naturgemäß nur die Meßinstrumente und Meßmethoden ausgewählt, die speziell für die Luftfahrt Bedeutung haben. Das nächste Kapitel, über die Luftbewegungen, bringt die Methoden der Windgeschwindigkeitsmessung, die Abhängigkeit des Windes von der Luftdruckverteilung, ferner die für die Luftfahrt besonders wichtigen vertikalen Luftströmungen, die in der letzten Zeit, wo sie dem Flugzeugführer viel zu schaffen machen, eingehender untersucht sind. Bei der Besprechung der Lufttemperatur interessieren in diesem Zusammenhange speziell die für den Freiballon und Motorballon wichtigen Temperaturumkehrungen mit der Höhe, die sogenannten Stabilitätsschichten. Ein Kapitel über Luftfeuchtigkeit und Niederschläge schließt diesen Band.

Während bisher Spezialfragen behandelt sind, enthält der zweite Band mehr die allgemeinen meteorologischen Probleme. Ein erstes Kapitel beschreibt die verschiedenen Wolkenformen, ihre Zugrichtung, die Bedingungen für Bildung und Auflösung; besonders wichtig sind hier die Anzeichen eines in Bildung begriffenen Gewitters, des größten Feindes der gesamten Luftfahrt. Der Text ist durch ausgezeichnete Reproduktionen von Wolkenphotographien wirksam unterstützt. Es wird nochmals eingegangen auf die Schichtungen der Luft und dann der Organisation des Wetterdienstes eine ausführliche Beschreibung gewidmet. Besonders wertvoll erscheinen uns die im Anschluß hieran abgebildeten Wetterkarten, die die verschiedenen typischen Verteilungen von Hoch- und Tiefdruckgebieten zeigen und lehren, welche Folgerungen die Luftfahrt aus ihnen ziehen kann. Im Anschluß hieran wäre eine Besprechung des Einflusses der Wetterlage auf die Fahrtbarogramme sehr erwünscht. Im letzten Kapitel wird auf Böen, Gewitter und Tromben und die optischen Erscheinungen der Atmosphäre eingegangen.

Das Buch ist in hervorragendem Maße geeignet, dem Laien das Verständnis der im Ballon beobachteten Erscheinungen näher zu bringen und ihn für eigene Beobachtungen anzuregen und anzuleiten. Wir müssen es der Anlage des Werkes nach als eine vorzügliche *Einleitung* in die aeronautische Meteorologie ansprechen, verhehlen uns aber nicht, daß der Unterricht, den die Führeraspiranten in den einzelnen Vereinen genießen, so gründlich ist, daß in den so Ausgebildeten wohl meist der Wunsch rege wird, ein etwas systematischeres und mehr in die Tiefe gehendes Buch zu besitzen. Wenn der Verfasser diese erste Auflage zunächst dem großen Laienpublikum zugedacht hat, so dürfen wir wohl den Wunsch aussprechen, daß eine zweite Auflage mehr diesem schon vorgebildeten Leserkreise Rechnung trägt und so den Titel eines *Lehrbuches* der aeronautischen Meteorologie annehmen kann.

P. Ludewig, Freiberg i. Sa.

Lecher, Ernst, Lehrbuch der Physik für Mediziner und Biologen. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1912. 437 S. und 499 Abbildungen im Text. Preis M. 8,—, geb. M. 9,—.

Der Verfasser dieses Lehrbuches hat es verstanden, auf einem verhältnismäßig knappen Raum eine Darstellung der Physik zu geben, welche für den gedachten Zweck, dem Mediziner und Biologen die für sein Studium notwendigen Grundlagen der Physik zu geben, in ganz hervorragender Weise erfüllt. Das Buch ist offensichtlich die gereifte Frucht einer praktischen, langen Lehrtätigkeit und nimmt unter gleichartigen Lehrbüchern einen ganz hervorragenden Platz ein. Die Schwierigkeiten der Darstellung bei einem derartigen Werke beruhen darauf, daß der Lehrer der Physik mit einem Leserkreise rechnen muß, bei dem er nur eine beschränkte mathematische Vorbildung voraussetzen kann und dem er das Gebiet durch Heranziehung geeigneter

Beispiele aus derjenigen Disziplin, für die der Leser sie einmal anwenden will, interessant machen muß. Beides ist in dem Buch als durchaus gelungen zu bezeichnen. Die Auswahl der Beispiele und Anwendungen aus Medizin und Biologie ist reichlich und vortrefflich. Der Studierende, der dieses Buch benutzt hat, wird auch später als praktischer und wissenschaftlicher Mediziner sich über alle Anwendungen der Physik auf sein Fach leicht wieder orientieren können und gern auf das Buch zurückgreifen.

Der Inhalt des Buches gliedert sich in Mechanik, Akustik, Wärmeenergie, Gestrahlte Energie, Elektrizität. Die Darstellung der Mechanik ist vielleicht besonders knapp, hier würde an manchen Stellen eine etwas breitere Darstellung, ein reichlicheres Belegen mit Beispielen (zum Beispiel bei den Fallgesetzen) dem Verständnis des Lernenden mehr entgegenkommen und ihm Zeit ersparen, nicht wegnehmen. Jedoch ist auch hier die Zurückführung von Beziehungen von höher mathematischer Natur auf elementar-mathematische Vorstellungen mit großem Geschick durchgeführt. Besonders gelungen ist die Elektrizitätslehre, in der auch besonders die neuesten Anwendungen der Physik auf das Gebiet der Biologie eine knappe, aber gut orientierende Berücksichtigung erfahren haben, wie z. B. die Nernstsche Theorie der elektrophysiologischen Reizwirkungen, die Lehre von der Radioaktivität, die Röntgenstrahlen und ihre Hilfsapparate u. a. Eine interessante, ebenfalls straff und knapp gehaltene Übersicht über die moderne Elektronik beschließt das Buch. Nicht nur der Student, der lernen will, sondern auch der wissenschaftlich arbeitende Arzt, der sich über den heutigen Stand der Physik wieder einmal unterrichten will, wird kaum ein geeigneteres finden. *L. Michaelis, Berlin.*

Astronomische Mitteilungen.

Eine *totale Mondfinsternis* findet am 22. März d. J. statt, wobei das vollständige Eintauchen des Mondes in den Kernschatten der Erde von 12 Uhr 13 Min. mittags bis 2 Uhr 43 Min. nachmittags dauert. In Deutschland ist diese Finsternis nicht sichtbar, wohl aber in Nordamerika, im westlichen Südamerika, im Bereiche des Stillen Ozeans, in Australien, im östlichen Indischen Ozean und im größten Teil von Asien (ausgenommen in Kleinasien, Persien und Arabien).

Wiederkehr periodischer Kometen im Jahre 1913. Nicht weniger als *fünf Kometen* können im Laufe dieses Jahres auf ihren elliptischen Bahnen zur Sonne zurückkehren und uns sichtbar werden. Allerdings werden diese Kometen: *Tuttle, Holmes, Finlay, de Vico-Swift* und *Kopff* als sehr schwache Objekte nur in größeren Fernrohren sichtbar sein; ihre Umlaufszeiten liegen zwischen 6½ und 13⅓ Jahren.

Die bekannten *Beziehungen* zwischen der elfjährigen *Periode der Sonnenfleckenhäufigkeit* und allen *elektromagnetischen Erscheinungen* auf der Erde ist neuerdings noch dahin erweitert worden, daß auch gewisse *meteorologische Vorgänge* in unserer Atmosphäre eine deutliche Abhängigkeit von jenen Wirbelbewegungen auf der Sonne zeigen. Nicht nur die Häufigkeit der höchsten Cirruswolken (Vorboten der Gewitterbildung) scheint im Zusammenhange mit der Häufigkeit der Sonnenflecken zu stehen, sondern nach ganz neuen Untersuchungen von *Prof. Leyst* (Moskau) gibt es sogar zwischen den Schwankungen des Luftdrucks und der Periode der Sonnenflecken eine mehr oder weniger deutlich ausgesprochene Beziehung. Man muß nach den neueren Vorstellungen über jene eigenartige elektrische Fernwirkung des Zentralkörpers unseres Planetensystems annehmen, daß von der Sonnenoberfläche Ströme elektrisch geladener Teilchen ausgehen, die auch den täglichen Gang des Luftdrucks, gemessen durch die Schwankungen des Barometerstandes, beeinflussen.

Aus neueren Untersuchungen über die *Spektra der neuen, plötzlich aufleuchtenden Sterne*, die von *Adams* und *Kohlschütter* insbesondere an den Spektralaufnahmen der „Nova Geminorum" sowie der „Nova Persei" ausgeführt wurden, haben sich interessante astrophysikalische Schlußfolgerungen ergeben. Zunächst zeigen beide Spektren jener Nova eine sehr erhebliche Ähnlichkeit. Ferner konnte das Vorhandensein von Helium deutlich festgestellt werden, während Radium oder überhaupt ein entsprechendes Emanationsspektrum vollständig fehlte.

Zur wichtigen Frage der *Anwendung der Photographie für astronomische Messungen* liegt ein neuer und wertvoller Beitrag von *R. Trümpler* (Göttingen) vor, der an einem von der Firma *F. Krupp* (Essen) gestifteten photographischen Durchgangsinstrument auf der Göttinger Sternwarte längere Messungsreihen erhalten hat. Dadurch sind schon früher von *Koppe* (Länge aus photographischen Monddistanzen), von *Hagen* (Zeitbestimmung auf photographischem Wege) und von *Marcuse* (photographische Breitenbestimmung) ausgeführten Anwendungen der Photographie für Orts- und Zeitbestimmungen erheblich weiter geführt worden. Bemerkenswert sind auch die an dem neuen Göttinger Photo-Transitinstrument erzielten Genauigkeiten, da z. B. für eine einzelne differentielle Rektaszensionsbestimmung ein mittlerer Fehler von nur ± 0,12 Bogensekunden sich ergeben hat.

Über die *Temperaturen der Fixsterne* hat *H. Rosenberg* (Tübingen) aus photographischen Untersuchungen der Intensitätsverteilung in Sternspektren interessante Ergebnisse erhalten. Er ist dabei ganz allgemein zu dem Resultat gelangt, daß die Vogel-Maurysche Spektraleinteilung der Fixsterne den großen Entwickelungsgang jener Sonnen fernster Weltensysteme, soweit dieser sich in der Temperaturfolge ausdrückt, richtig wiedergibt. Im einzelnen zeigen die Rosenbergschen Untersuchungen, daß die heißesten Sterne eine Temperatur von etwa 400 000° C., die nächstfolgenden eine solche von rund 50 000°, und die kühlsten Fixsterne eine Temperatur von nur 2150° besitzen. Bei diesen Berechnungen ist als Grundlage eine Sonnentemperatur von rund 5000° angenommen worden. *A. M.*

Kleine Mitteilungen.

Die Wasserversorgung von Marseille. Über die Versuche, die zur Reinigung des Zuleitungswassers für Marseille, die zweitgrößte Stadt Frankreichs, seit einer Reihe von Jahren vorgenommen werden, berichtet ein ausführlicher Aufsatz im *Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung.* Die hygienischen Verhältnisse dieser Stadt sowie der anderen französischen Großstädte zeigen sich darin in einem recht ungünstigen Licht. Die Wasserversorgung von Marseille erfolgt mittels Flußwassers, das aus etwa 100 km Entfernung der Durance, einem Nebenfluß der Rhône, entnommen wird. Die Durance erhält ihre Zuflüsse aus den Schneefeldern der Cottischen Alpen. Gegen die Versorgung einer großen Stadt mit Flußwasser ist an sich nichts einzuwenden, jedoch erfolgt hier die Zuführung des Wassers in einer Weise, die als rückständig und hygienisch höchst unzureichend bezeichnet werden muß. Denn der Kanal, der

das Wasser der Stadt zuführt, ist auf etwa 75 km, d. h. auf etwa drei Viertel seiner Länge, offen. Er durchzieht auf seinem langen Laufe zahlreiche Niederlassungen einer Ackerbau treibenden Bevölkerung und nimmt hierbei menschliche und tierische Abgänge auf. An einigen Stellen wird das Gefälle des Kanals dazu benutzt, Werkanlagen zu betreiben, sodann reinigt die ländliche Bevölkerung in seinem Wasser von alters her ihre Wäsche und schließlich finden zahlreiche Menschen und Hunderte von Tieren alljährlich ihren Tod in diesem Kanal. So wurden im Laufe von nicht ganz zwei Jahren in dem Wasser 17 menschliche Leichen und nicht weniger als 1139 tierische Kadaver gefunden, darunter drei Pferde, 108 Schweine, 75 Hunde, 433 Hasen, 412 Hühner und 107 kleinere Tiere. Das Wasser ist, wie man sich unter diesen Umständen wohl denken kann, meist stark getrübt und schon in einer Tiefe von 50 cm sehr häufig undurchsichtig.

Trotz dieser mittelalterlichen Zustände reinigt die Stadt das Wasser nur ganz unvollkommen in Ablagerungsbecken und überläßt es den Hausbesitzern, kleine Hausfilter zur Bereitung des Trinkwassers zu verwenden. Es ist leicht begreiflich, daß unter diesen Umständen die *Typhussterblichkeit* in Marseille einen besonders hohen Grad erreicht. Marseille steht in dieser Hinsicht an dritter Stelle unter den französischen Großstädten, die, wie die folgende Tabelle zeigt, ohne Ausnahme eine recht hohe Typhussterblichkeit aufweisen.

	Einwohnerzahl 1906	Gesamttyphussterblichkeit während 9 Jahre	durchschnittl. jährl. Typhussterblichkeit für je 100 000 Einwohner
Paris	2 722 731	3328	13,5
Marseille . . .	517 496	2389	51,2
Lyon	472 114	711	16,6
Bordeaux . . .	251 947	341	15,0
Lille	205 602	240	12,8
Toulouse . . .	149 438	319	23,6
St. Etienne . .	146 788	319	24,0
Nizza	134 232	296	24,4
Nantes	133 217	323	26,8
Le Havre . . .	132 430	690	57,8
Roubaix	121 017	151	13,7
Rouen.	118 459	321	30,0
Nancy	110 570	147	14,8
Reims	109 859	200	20,1
Toulon	104 024	649!!	69,4!!

Diese Zusammenstellung zeigt, daß die hygienischen Verhältnisse der französischen Großstädte recht unerfreuliche sind, denn bei Berechnung des Durchschnitts für die genannten 15 Großstädte ergibt sich eine mittlere Typhussterblichkeit von 27,6 auf 100 000 Seelen. Vergleicht man damit die mittlere Typhussterblichkeit der sechs mit Sandfiltration versehenen deutschen Großstädte, die im Jahre 1910 4,4 auf 100 000 Einwohner betrug, so erkennt man erst die außerordentliche Bedeutung dieser Zustände und ihren Einfluß auf den Rückgang der Bevölkerungsziffer. Wenn dieser Vergleich auch noch auf die mit Grundwasser versorgten deutschen Großstädte ausgedehnt würde, so würde sich das Verhältnis noch weiter zu ungunsten von Frankreich verschieben. Um den unhaltbaren Verhältnissen in der Wasserversorgung von Marseille ein Ende zu machen, hat die Stadtverwaltung vor längerer Zeit eine Kommission eingesetzt, die die bekanntesten Wasserreinigungsverfahren auf ihre Brauchbarkeit im vorliegenden Falle prüfen soll. Es wurden von fünf Firmen Versuchsanlagen erbaut, die nach den verschiedensten Verfahren arbeiten. Es wäre sehr zu wünschen, daß diese Versuche, die inzwischen zu einem gewissen Abschluß gelangt sind, Mittel und Wege gezeigt haben, wie die geradezu traurigen Wasserverhältnisse in Marseille von Grund auf saniert werden können, damit auf Grund der hier gemachten Erfahrungen auch die anderen französischen Städte an die Verbesserung der Gesundheitsverhältnisse ihrer Bewohner herangehen können. *S.*

Um durch Sand filtriertes Flußwasser für den Hausgebrauch verwendbar zu machen, müssen die darin enthaltenen **Bakterienkeime abgetötet** werden, was vorteilhaft **durch ultraviolette Bestrahlung** geschieht. Einrichtungen für diesen Zweck hat *v. Recklinghausen* in verschiedenen Städten Frankreichs geschaffen. Wasser der Seine, welches vor der Bestrahlung Keimzahlen von 56 bis 655 im Liter hatte, wies nachher solche von 0 bis 9 auf. Da sich bei diesen Einrichtungen zeigte, daß ihre Leistung um so größer war, je höher die Spannung der dazu verwendeten Bogenlampe, so konstruierte *v. Recklinghausen* in Gemeinschaft mit *V. Henri* und *A. Helbronner* eine Lampe für 500 Volt Netzspannung. Diese Lampe verbraucht zwischen den Elektroden 375 bis 390 Volt bei 3 Ampere Stromstärke, so daß ihr Energieverbrauch ca. 1150 Watt beträgt. Sie besteht aus einem Quarzrohr, das in Gestalt eines U mit einander fast berührenden Schenkeln geformt ist. Die Länge jedes Schenkels beträgt 160 mm bei 14 mm innerem Durchmesser. Im Vergleich zu einer 110-Volt-Lampe, welche 250 Watt verbraucht, ist ihre Leistungsfähigkeit auf das 50- bis 60-fache gesteigert. Dies hat sich sowohl bei Versuchen über die Zersetzung von Stärke und Glyzerin gezeigt als bei der Sterilisierung von Wasser durch Abtötung der darin enthaltenen Keime. Bezieht man die Leistung auf den gleichen Wattverbrauch, so ist die Wirkung der 500-Volt-Lampe 11mal so groß, als die der 110-Volt-Lampe. Eine solche Lampe kann Monate lang im Gebrauche bleiben, ohne etwas an ihrer Wirksamkeit einzubüßen. *(J. f. Gasbel. 55,* 1058, 1912 und *C. R. 155,* 852, 1912.) *Mk.*

In einer *Winterlandschaft* erscheinen bei gleichmäßig stark bewölktem Himmel die schneebedeckten Dächer und Gartenbeete sowie die ganze Landschaft bis zum Horizont *weiß* und *hell*, während die das Licht hierfür spendende Wolkendecke *dunkel* und *grau* zu sein scheint. Dieses widerspruchsvoll dünkende Phänomen sucht *W. Filehne* in einem Aufsatze **über wirkliche und scheinbare Helligkeit und Farbe der Wolken** aufzuklären. Er weist darauf hin, daß bei längerem Anschauen des Wolkenhimmels und sodann erfolgendem Blicken auf die weiße Landschaft diese zunächst dunkler als der Wolkenhimmel und nicht weiß, sondern grau erscheint. Den Eindruck einer weißen Fläche macht sie erst wieder nach einer gewissen, wenn auch sehr kurzen Zeit, in der sich das Auge an den verminderten Lichtreiz „adaptiert". Geschah das Anblicken des Himmels durch einen undurchsichtigen Rahmen, so erhält man beim Schauen auf die weiße Fläche ein negatives Nachbild des eingerahmt gewesenen Himmelsstriches. Das Licht des dunkler erscheinenden Wolkenhimmels reizt das Auge also stärker als die weiße Fläche, und überdies treten Blendungserscheinungen sowohl bei als auch nach dem Aufblick zum Wolkenhimmel auf. Folgender Versuch erläutert dies noch weiter: Man verdeckt in einem freiliegenden, auf mehreren Seiten mit Fenstern versehenen Zimmer durch einen weißen, undurchsichtigen Schirm ein Fenster, durch welches

man den bewölkten Himmel sieht, und stellt vor diesen Schirm ein weißes Prisma aus Karton oder Kreide auf. Bei passender Beleuchtung durch die anderen Fenster wird dann das Prisma auf dem Schirm weiß erscheinen, sowie man aber den Schirm entfernt, nimmt das Prisma auf dem dann als Hintergrund sichtbaren Wolkenhimmel eine mehr oder minder dunkelgraue Farbe an. Dagegen wird es sofort oder doch nach einer Adaption von wenigen Sekunden von neuem als weiß erkannt, wenn durch den weißen Schirm der Himmel dem beobachtenden Auge wieder verdeckt wird. Wie das Prisma erscheinen am Wolkenhimmel die lichtschwachen Stellen der Wolken dunkel infolge relativer Blendung, d. i. Helladaption des Sehorgans, die als Reaktion ausgelöst wird durch den auf so viele vereinzelte Netzhautelemente ausgeübten Reiz von seiten stärker beleuchteter Teile des Himmelsgewölbes. Und obwohl die objektive Helligkeitssumme hier größer ist als am Schnee, muß die empfundene Helligkeit beim Blick zum Wolkenhimmel geringer sein als beim Blick auf den Schnee, weil die lichtschwächeren (Schatten-) Partien der Wolken als lichtlos und dunkel empfunden werden, woraus für die Gesamthelligkeitsempfindung ein Ausfall resultiert. (Hierbei mag auch der Umstand wirksam sein, daß wir in der Regel das Bild der *unter* dem Horizonte liegenden Landschaft mit anderen Stellen der Netzhaut aufnehmen als das Bild des *über* dem Horizonte befindlichen Wolkenhimmels. Die Netzhaut muß also an verschiedenen Stellen für Lichtintensitäten ungleich adaptiert sein. Bei Schneebedeckung haben sich die in Frage kommenden Netzhautstellen an die ungewöhnlich große Lichtintensität zu adaptieren, und hierdurch wird dann das *Schneelandschaftsphänomen* verursacht. Ref.) *(Arch. f. Anat. u. Physiol.* S. 509, 1912.) *Mk.*

Im Berliner Zoologischen Garten sind kürzlich zwei **langschnäbelige Landschnabeltiere** aus Nordwest-Neuguinea eingetroffen, sehr eigenartige, eierlegende, stachelbewehrte Säugetiere mit einer langen Röhrenschnauze und weit vorstreckbarer Wurmzunge. Es ist das erste Mal, daß diese sonderbaren, von den Zoologen Proechidna genannten Geschöpfe, deren klumpige, ungelenke Beine an Elefantenfüße erinnern, und deren Hinterbeine mit nach außen und hinten stehenden Krallen versehen sind, lebend nach Deutschland kamen. Sie bewohnen einen Käfig in dem alten Hause am Hauptrestaurant und sind namentlich am späteren Nachmittage zur Fütterungszeit gut sichtbar.

Einsiedlerkrabben. Am Rumpfe der Schiffe setzen sich oft in großen Mengen die als *Seepocken* oder *Meereicheln* bekannten Krebstiere fest, die wie andere Angehörige der merkwürdigen Ordnung der Cirripedien oder Rankenfüßer von einem aus Kalkplatten bestehenden Gehäuse umschlossen sind. Kürzlich lief im Hafen von Saint-Vaast-la-Hougue am Kanal La Manche ein Schiff aus Madagaskar ein, dessen Rumpf ganz mit solchen Seepocken, Balanus tintinnabulum, bedeckt war. *A. E. Malard-Duméril*, der Leiter der zoologischen Station auf der benachbarten Insel Tatihou, machte nun die Entdeckung, daß jeder leere Balanus von einer kleinen Krabbe bewohnt war. Nach der von *J.-G. de Man* vorgenommenen Bestimmung handelt es sich in der weit überwiegenden Zahl von Fällen um Menippe convexa Rathbun, eine Art, die bisher erst in drei Exemplaren aus Honolulu, Siam und Borneo, aber ohne die Vergesellschaftung mit Balanus, bekannt war. Da schon ganz kleine Tiere in den Gehäusen auftraten, so ist anzunehmen, daß die Krabben bereits im Jugendalter in sie eindringen. Es bleibt aber noch zu entscheiden, ob sie regelmäßig ihr Leben oder einen Teil ihres Daseins in den Balanusgehäusen zubringen, oder ob sie nur gelegentlich davon Besitz nehmen, und ferner, ob sie in die leeren oder in die noch bewohnten Schalen eindringen. Prof. *Bouvier* nimmt nach gewissen Anzeichen an, daß sie zuerst leere Gehäuse besiedeln und dann die Balanen vertilgen, die die anderen Schalen bewohnen. Für die Vermutung, daß die Krabben ihr ganzes Leben in den Gehäusen zubringen, spricht, wie *de Man* hervorhebt, die außerordentliche Seltenheit dieser Krabbenart, die bis 1893 unbekannt geblieben war. Die nächstverwandte Art ist Menippe Panope (Herbst), von der nur ein einziges, im Berliner Museum aufbewahrtes Stück bekannt ist. Wahrscheinlich verbirgt auch sie sich in Seepockengehäusen oder irgendwelchen anderen Schalen. Eine kleinere Anzahl der von *de Man* untersuchten Tiere gehörte vier anderen Krabbenarten aus den Gattungen Leptodius und Pilumnus an. Von ihnen steht aber nicht fest, daß sie auch in Seepockenschalen wohnten. Allerdings ist von Pilumnus Dehaanii Miers Ähnliches bereits bekannt. Das einzige bisher beschriebene Exemplar dieser Art wurde in einer Balanusart im Golf von Yedo (Japan) gefunden. Sonst scheint nichts davon bekannt gewesen zu sein, daß Krabben Balanusschalen bewohnen. *(Compt. rend.* 1913, *156*, 404). *F. M.*

Die Blindheit der Schnecken. Unsere Landschnecken haben an der Spitze ihrer großen Fühler äußerlich gut entwickelte Augen, aber sie können damit nicht sehen. Prof. *Emile Yung* in Genf hat gefunden, daß die Augen gegen Licht, so intensiv es auch sein mag, völlig unempfindlich sind. Als Sehzellen spricht man die nicht pigmentierten Zellen an, die zusammen mit schwarzen, Farbstoff führenden Zellen die Netzhaut des Schneckenauges bilden. Sie machen bei genauer Untersuchung auch ganz den Eindruck von Sinneszellen, aber eine Verbindung zwischen ihnen und dem Sehnerven ist nicht nachzuweisen. Vielmehr ließen die von *Yung* hergestellten Schnitte der Augen von Helix, Arion und Limax erkennen, daß der Sehnerv die basale Bindegewebsmembran, die das Auge umschließt, nicht überschreitet. So führen die Beobachtungen *Yungs* zu dem Schluß, daß an der Basis des Auges die Kontinuität zwischen den Netzhautelementen und den benachbarten Nerven unterbrochen ist, und das liefert die Erklärung dafür, daß die Landschnecken trotz ihrer Augen blind sind. *(Arch. Sc. phys. et nat.* 1913, *35*, 77.) *F. M.*

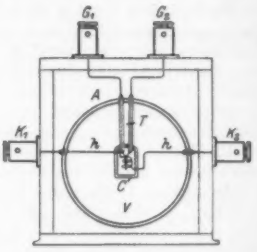
Ist ein Leben ohne Mikroben möglich? Diese biologische Frage, mit der sich schon mehrere bekannte Forscher beschäftigt haben, hat nun durch *Michel Cohendy*, der seit drei Jahren im Institut Pasteur in Paris eingehende Untersuchungen darüber anstellte, eine *bejahende* Antwort erhalten. Er ließ in einer keimfreien Brutmaschine Hühnereier ausbrüten und zog dann die ausgeschlüpften Küken in vollkommen aseptischen Glasbehältern auf, in denen ihnen Tageslicht, frische keimfreie Luft, frisches Futter und Sand zur Verfügung standen. Gleichzeitig wurden unter nicht keimfreien Verhältnissen Eier ausgebrütet und die genau gleich alten Küken an der Luft aufgezogen. Am Ende jeder Versuchsperiode, die so lange bemessen wurde, bis die Hühner für den keimfreien Käfig zu groß geworden waren, wurde ein Teil getötet und ihr Blut, Gewebe und Darminhalt auf Keimfreiheit geprüft. Wie wir in der Naturwissenschaftlichen Umschau der *Chemiker-Zeitung* lesen, konnten dabei in keinem Falle Unterschiede in der Entwicklung zwischen gleich alten Versuchstieren festgestellt werden, einerlei ob die getöteten Tiere sechs Wochen oder nur 14 Tage alt waren. Diejenigen steril aufgezogenen Hühner, die nach sechs

Wochen an die Außenluft gebracht wurden, gediehen gleichmäßig weiter, obwohl natürlich zahllose Mikroben in ihren Verdauungskanal gelangten. Hieraus folgt, daß die Widerstandsfähigkeit gegen die Mikroben bei den Wirbeltieren nicht das Resultat individueller Anpassung, sondern eine erbliche Eigenschaft ist. Daß die Mikroben für die Entwicklung der Wirbeltiere durchaus nicht unerläßlich sind, ist übrigens auch durch die neueren Untersuchungen *Metschnikoffs* bestätigt worden. *S.*

Jungfernfrüchtigkeit bei Bananen. Die Fruchtbildung ohne vorangegangene Bestäubung ist von dem verstorbenen *Fritz Noll*, der diese Fähigkeit 1912 für gewisse Gurken feststellte, mit dem Namen *Parthenokarpie* (Jungfernfrüchtigkeit) bezeichnet worden. Man hat inzwischen zahlreiche andere Beispiele für das Auftreten von Jungfernfrüchten kennen gelernt. Insbesondere verdanken wir *Ewert* den Nachweis der Parthenokarpie für eine ganze Reihe von Apfel- und Birnensorten. Natürlich enthalten solche Früchte keine Samen. Kernlose Äpfel und Birnen kannte man ja schon früher; es herrschte aber die Meinung, daß auch der Entstehung solcher Früchte Bestäubung vorhergegangen sei, daß aber diese nur die Fruchtbildung angeregt hätte, ohne eine eigentliche Befruchtung (der Eizelle) herbeizuführen. *A. d'Angremont* hat jetzt gefunden, daß Parthenogenesis auch bei gewissen Bananensorten vorkommt. Er hat in Guyana Versuche mit drei samenlosen Kulturformen der Eßbanane (Musa paradisiaca L. subsp. sapientum) ausgeführt, indem er durch sorgliches Einhüllen der Blütenstände in dichte Säcke und durch frühzeitige Entfernung der männlichen Blüten in den einzelnen Blütenständen jedwede Bestäubung verhinderte. In den 2914 weiblichen Blüten, die in den 20 so behandelten Blütenständen vorhanden waren, entwickelte sich trotz des völligen Ausschlusses der Pollenübertragung jeder Fruchtknoten zu einer ganz normalen Frucht. Auch in zwei Blütenständen, in denen man vor dem Aufblühen Narben und Griffel abgeschnitten hatte, wurden normale Früchte gebildet. Die genauere Untersuchung des Blütenstaubes und der Samenknospen von zwei der behandelten Bananensorten ergab, daß die Pollenkörner zum größten Teil nicht keimungsfähig sind, und daß ein Embryosack bei der einen Sorte äußerst selten, bei der anderen ein wenig häufiger ausgebildet wird. Als eine größere Zahl von Blüten mit dem Pollen zweier Musaarten, die in ihren Früchten regelmäßig Samen führen und zur Fruchtbildung unbedingt der Bestäubung bedürfen, belegt wurden, kam es zur Entwicklung einer kleinen Zahl von Samen. (*Ber. D. Bot. Ges.* 1912, *30*, 686.) *F. M.*

An manchen Stellen des nördlichen Europas findet man **Hügel aus Muschelschalen mit Humusschicht** darüber, deren Ursprung man auf vorgeschichtliche Menschen zurückführt und die von den Anthropologen als *Kjökkenmöddings* bezeichnet werden. In einigen Teilen des zentralen Südamerikas finden sich ähnliche Gebilde, *Aterrados* genannt, und über diese macht *Max Schmidt* in seinen Reisen in Matto Grosso folgende Bemerkung: „Nach meinen Erfahrungen und Erkundigungen, darf man bei derartigen Muschelanhäufungen an erhöhten Uferplätzen einen sehr einfachen Gesichtspunkt nicht außer acht lassen. Derartige erhöhte Plätze gewähren häufig einzelnen hohen Bäumen einen geeigneten Standort und diese einzelnen Uferbäume bilden wieder für lange Jahre die Ruhestätte für Hunderte von jenen langhalsigen Tauchervögeln, die der Brasilianer Bigua nennt (Carbo Brasilianus). Die Vögel verzehren Muscheln und sonstige Tiere, welche sie aus dem Wasser holen, zum Teil auf den Bäumen, so daß sich, zumal unter einzelnen am Ufer stehenden Bäumen neben dicken Guanoschichten auch viele Abfälle von den Vogelmahlzeiten anhäufen. In Jahreszeiten, wo das ganze umliegende Sumpfgebiet unter Wasser steht, gewähren diese erhöhten Stellen die einzigen trockenen Plätze auf weite Strecken und werden als Anlegeplätze und Rastplätze von vorbeifahrenden Menschen benutzt, so daß sich an diesen Stellen neben Muschel- und Schneckenschalen auch menschliche Kulturreste finden müssen. Deswegen brauchen diese Stellen aber keineswegs ausschließlich auf Reste menschlicher Mahlzeiten zurückgeführt zu werden." (*Z. f. Ethnologie* 44, 137, 1912.) *Mk.*

Für die Messung schwacher elektrischer Ströme war man lange Zeit hindurch auf Spiegelgalvanometer angewiesen, die eine sorgfältige Aufstellung und viel Raum erfordern, bis in dem *Einthovenschen Saitengalvanometer* ein handlicheres Instrument erstand. Die Empfindlichkeit desselben geht bis $4 \cdot 10^{-12}$ Amp. bei aperiodischer Einstellung, deren Dauer ca. 5—6 Sekunden beträgt. Einen weiteren Fortschritt auf diesem Gebiete bezeichnet das von *B. Thieme* beschriebene **Galvanometer zur Messung schwächster Gleich- und Wechselströme**, dessen Konstruktionsprinzip untenstehende Figur darstellt. Der zu messende Strom durchfließt über die Klemmen K_1 und K_2 den Draht h, der in den kleinen Glaskörper C eingeführt ist; innerhalb dieses Glaskörpers übernimmt ein als Heizdraht dienender, sehr dünner, spiralig gewundener Platindraht die Stromleitung. Der Heizdraht wirkt mit seinen Windungen auf die Lötstelle des Thermoelementes T aus Platinkonstantan, dessen Drähte zu den Klemmen G_1 und G_2



führen. Der außen versilberte Glaskörper ist mittels der Glasröhren, welche die Thermoelementröhren einschließen, in die gleichfalls versilberte und evakuierte Glaskugel eingeschmolzen, so daß der Glaskörper durch den Vakuumraum V vor Wärmeableitung geschützt ist. Die elektromotorische Kraft des Thermoelementes wird durch eine Kompensationsschaltung gemessen und gibt ein Maß ab für die Stärke des zwischen den Klemmen K_1 und K_2 fließenden Stromes. Die Ablesung des Instrumentes kann aber nicht unmittelbar nach Einschaltung des zu messenden Stromes erfolgen, sondern dieser muß seine im Heizdraht erzeugte Wärme erst aufspeichern, bis das Thermoelement die volle Temperaturerhöhung anzeigt. Die Zeitdauer, die bis zur Erreichung konstanter Angaben erforderlich ist, wird um so größer, je schwächer der zu messende Strom ist. Für einen Strom von 10^{-9} Amp. beträgt sie 10 Sekunden, für einen Strom von 10^{-13} Amp., die kleinste gemessene Stromstärke, dagegen 60 Sekunden. (*Arch. f. Elektrotechnik.* *1*, 309, 1912.) *Mk.*

Für die Redaktion verantwortlich: *Dr. Arnold Berliner*, Berlin W. 9.